

SZAKDOLGOZAT

Nagy Zsóka

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Mezőgazdasági és Környezettudományi Intézet
mezőgazdasági mérnöki alapképzési
szak

A KÜLÖNBÖZŐ CSAPADÉKVISZONYOK ÉS AZ ÖNTÖZÉS HATÁSA
AZ ŐSZI BÚZA FEJLŐDÉSÉRE, TERMÉSMENNYISÉGÉRE ÉS -
MINŐSÉGÉRE

Belső konzulens: Mikó Péter Pál
egyetemi docens

Belső
konzulens
intézete/
tanszéke: **Növénytermesztési**
Tudományok Intézet

Külső konzulens: Bánszki Bea
precíziós gazdálkodást
vezető mérnök

Készítette: Nagy Zsóka

Gödöllő, 2024

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
2.1. A búza termesztés jelentősége.....	4
2.1.1. A búza eredete, jelentősége.....	4
2.1.2. A búza termesztés jelenlegi helyzete a világban és Magyarországon	5
2.1.3. A búza termesztés jövője	7
2.2. A búza minősége, beltartalmi jellemzői	8
2.2.1. Beltartalmi jellemzők	8
2.3. Az öntözés jelentősége a búzatermesztésben.....	10
2.3.1. A klímaváltozás és az öntözés kapcsolata.....	10
2.3.2. Az öntözéssel termesztés indokai, az öntözés hatékonyságát befolyásoló tényezők...	12
2.3.3. A búzaöntözés helyzete a világban	14
2.3.4. A búza vízszükséglete különböző fejlődési szakaszokban	15
2.3.5. Fajtaválasztás jelentősége a búza öntözésében.....	16
2.4. Öntözési módszerek.....	17
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	20
3.1. A kísérleti hely bemutatása.....	20
3.1.1. Az öntözés hatását vizsgáló kísérlet területének elhelyezkedése, talajadottságai	20
3.1.2. A kísérleti időszak csapadék- és hőmérsékletviszonyai az öntözés hatását vizsgáló kísérlet helyszínén Nagymágocsra	22
3.1.2.1. Csapadékviszonyok.....	22
3.1.3. A különböző csapadékviszonyok hatását vizsgáló kutatás területeinek elhelyezkedése, talajadottságai	25
3.1.4. A kísérleti időszak csapadékmennyisége a különböző csapadékviszonyok hatását vizsgáló kutatás helyszínein	27
3.1.4.1. 2022/2023-as tenyészidőszak csapadékadatok Jászboldogházán és Iregszemcsén	27
3.1.4.2. A 2021/22-es és 2023/24-es tenyészidőszak időjárás adatai Nádudvar térségében	27
3.1.5. Alkalmazott agrotechnika, és a felhasznált géppark.....	29
3.2. Öntözés adatai	31
3.3 A kísérletben vizsgált őszi búza fajták jellemzése	31
3.4. A kísérletek és kutatások célja, hipotézisek	31
3.5. A beltartalmi értékek mérésének módszere az öntözés hatását vizsgáló kísérletben	32
4. EREDMÉNYEK	34

4.1. Öntözés hatása őszi búzára.....	34
4.1.1. Öntözés hatása a termésátlagokra és a növény fejlődési ütemére	34
14. táblázat: Növénymagasságok március végétől aratásig.....	35
4.1.3. Öntözés hatása a búza beltartalmi értékeire	35
4.1.5. Öntözés hatása a kalászkák és a bennük lévő búzaszemek számára	38
4.2. Különböző csapadékviszonyok hatása Aurelius fajta termésátlagára és beltartalmi értékeire.....	40
4.2.1. Csapadékos és aszályos tenyészidőszakok adatainak összehasonlítása	40
4.2.2. Két, különböző csapadékviszonyokkal rendelkező területről származó termésátlagok összehasonlítása ugyanabból a tenyészidőszakból	41
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	43
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	45
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	47
8. IRODALOM-JEGYZÉK	48
9. ÁBRÁK JEGYZÉKE	52
10. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	53
11. HALLGATÓI NYILATKOZAT	54
12. KONZULENSI NYILATKOZAT	55

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A búza az egyik legnagyobb területen termesztett szántóföldi növény a világon. Táplálkozásunknak több szempontból is fontos része, a belőle készült liszt az élelmiszeripar elengedhetetlen alapanyaga, de takarmányként is hasznosítjuk haszonállataink számára. A búza termesztésének múltja évezredekre nyúlik vissza, ma már a mérsékelt öv szinte minden országában találkozhatunk ezzel a gabonafajjal.

A klímaváltozás azonban egyre nagyobb kockázatot jelent a mezőgazdaság számára. Hazánk éghajlata eddig alkalmas volt a búzatermesztés számára, de növekszik az aszályos évek száma és ezzel együtt csökken a búzatermesztés számára alkalmas szántóföldi területek mérete. Magyarországon a búza a legnagyobb mennyiségben termesztett növény. A legnagyobb búzatermesztő területünk az Alföldön vannak, azonban az egyre szárazabb időjárás miatt nem áll a búza rendelkezésére a megfelelő fejlődéséhez szükséges vízmennyiség. Csapadék egyre kevesebbszer, de egyre hevesebb esőzések formájában hullik, a talaj nem képes elraktározni az aszályosabb időszakokra és annak a veszélye is fennáll, hogy a talajban lévő tápanyagok kimosódnak.

A víztározók létesítése és az öntözés megoldást jelenthet az aszályosodás problémájára. Kutatásom célja megvizsgálni, hogy miként hat az öntözés és a csapadékos, illetve aszályos időjárás az őszi búzára. Vizsgálom a termésátlagokat, a beltartalmi értékeket, a növények megjelenését, fejlődésük ütemét, állóképességük változását. Emellett megvizsgálom, különböző csapadékviszonyok pozitív és negatív hatásait, mely területeken éri meg jobban búzát termesztetni, milyen kilátásai vannak az aszályra hajlamos területeknek a búza szempontjából.

A gazdák számára fontos kérdés, hogy mely területeken éri meg öntözve termesztetni, milyen mértékben növeli a hozamot, megtérülnek-e az öntözés magas költségei. A magyar búzának jelentős részét exportáljuk, így nagyban függünk a világpiaci helyzettől. A búza felvásárlási ára folyamatosan változik, és bár a búza nagy előnye a jó tárolhatósága és viszonylag egyszerű szállítása, de ennek ellenére is fontos a költségek minél alacsonyabban tartása és a termésbiztonság biztosítása.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A búza termesztés jelentősége

2.1.1. A búza eredete, jelentősége

A búzát évezredek óta ismeri az emberiség. A rizs után a legrégebben termesztett kultúrnövény, és a világon az egyik legelterjedtebb. Az emberiség folyamatos fejlődése, a lakosság számának rohamos emelkedése következtében egyre nőtt az igény a táplálék nagyobb tömegű előállítására, a búzatermesztés fokozása mindig is nagy szerepet játszott ebben (BOCZ 1992).

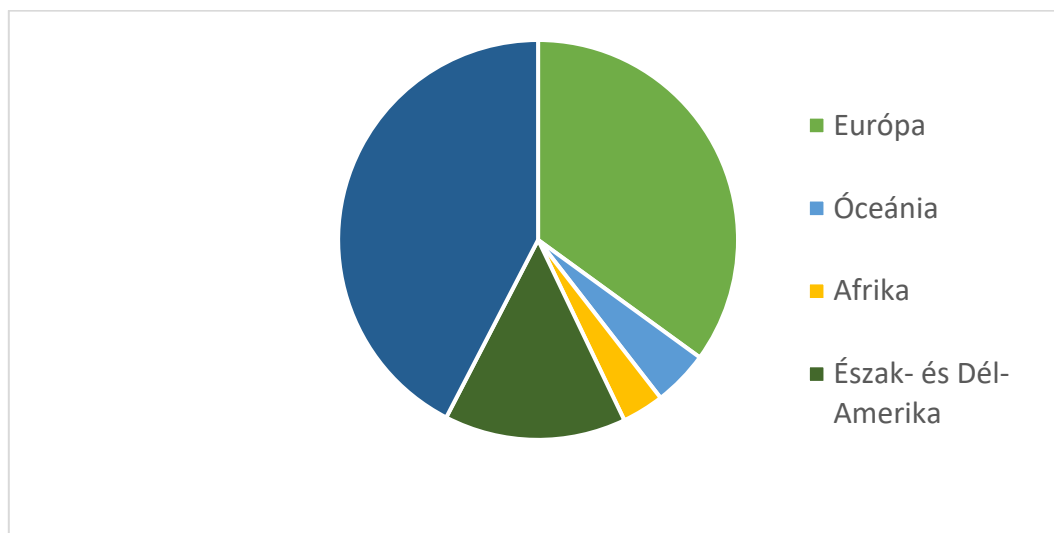
A búza első termesztése körülbelül 10.000 évvel ezelőtt történt, a „neolitikus forradalom” részeként, amely egy áttérés volt a vadászatról és gyűjtögetésről a letelepedett mezőgazdaságra. A legkorábban termesztett formák diploid és tetraploid búzák voltak és a genetikai kapcsolatok arra utalnak, hogy Törökország dél-keleti részéből származtak. A termesztés nagyjából 9.000 évvel ezelőtt terjedt át a Közel-Keletre, amikor az első hexaploid fajta megjelent (SHEWRY 2009). Kr.u. 1500 körül terjedt tovább Amerikába és Dél-Afrikába, Ausztráliába pedig az 1700-as évek végén vitték be. Ma a búza a legszélesebb körben és legváltozatosabban termesztett élelmiszernövény a világon. Változatos agroökológiai körülmények között termesztik, különböző magasságokban, a tengerszinttől 4.500 m-ig, ami azt tükrözi, hogy jó a termeszthetősége és az alkalmazkodóképessége (VERHEYE 2010).

A búzából készült liszt fontos élelmiszer, rengeteg étel alapja, de takarmányként is hasznosítható, az iparban pedig alapanyagként szolgál. Népszerűségét jó egyensúlyú szénhidrát- és fehérje tartalmának, jó gépesíthetőségének, jó tárolhatóságának és jó alkalmazkodóképességének köszönheti (BARABÁS 1987). Amellett, hogy a búza fő keményítő- és energiaforrás, jelentős mennyiségű olyan összetevőt is tartalmaz, amelyek elengedhetetlenek az egészséghez, nevezetesen fehérjéket, vitaminokat (különösen B-vitaminokat), élelmi rostokat és fitokemikáliákat. A búza különösen fontos élelmi rostforrás, mivel az Egyesült Királyságban a kenyér egyedül, a napi bevitel 20%-át adja ezentúl összefüggés van a gabonafélékből származó élelmi rostfogyasztás és a 2-es típusú szív- és érrendszeri betegségek, a cukorbetegség és bizonyos ráktípusok (különösen a vastagbél- és végbélrák) kockázatának csökkenése között (SHEWRY, HEY 2015).

A legtöbb élelmiszeripari búza feldolgozást igényel. A gabonát megtisztítják, majd víz hozzáadásával kondicionálják, hogy a szem megfelelően őröljön. Az őrlés során a gabonát megroppantják, majd hengerson vezetik át. Ahogy a kisebb szemcséket kiszítálják, a durvább szemcsék újabb őrlekhöz kerülnek a további aprítás érdekében. Az őrölt gabona körülbelül 72%-át fehér lisztként nyerik ki. Az egész magból készült lisztet Graham lisztnek nevezik, amely a megmaradt csíraolaj-tartalom miatt hosszú tárolás során avasodik. A csírárt nem tartalmazó fehér liszt tovább eláll. Az gyengébb minőségű és többletbúzát, valamint a különféle őrlési melléktermékeket haszonállatok takarmányozására használják fel (AUGUSTYN 2024).

2.1.2. A búza termesztés jelenlegi helyzete a világban és Magyarországon

2022-ben a búza volt a világ harmadik legnagyobb mennyiségben termesztett növénye, a cukornád és a kukorica után. Ugyanebben az évben a világ vezető búzatermesztő nemzete Kína volt több mint 137,7 millió tonna éves termésérérdmennyel. Második helyen India szerepelt 107,7 millió tonnával, régiókra vetítve Ázsia a világ búzatermelésének összesen 42,4 %-át adta (1. ábra). Harmadik legnagyobb termelő nemzet Oroszország volt, az Egyesült Államok a negyedik 44,9 millió tonna terméssel.



1. ábra: A búza termelési eloszlása régióként 2022-ben

(FAO STAT 2022)

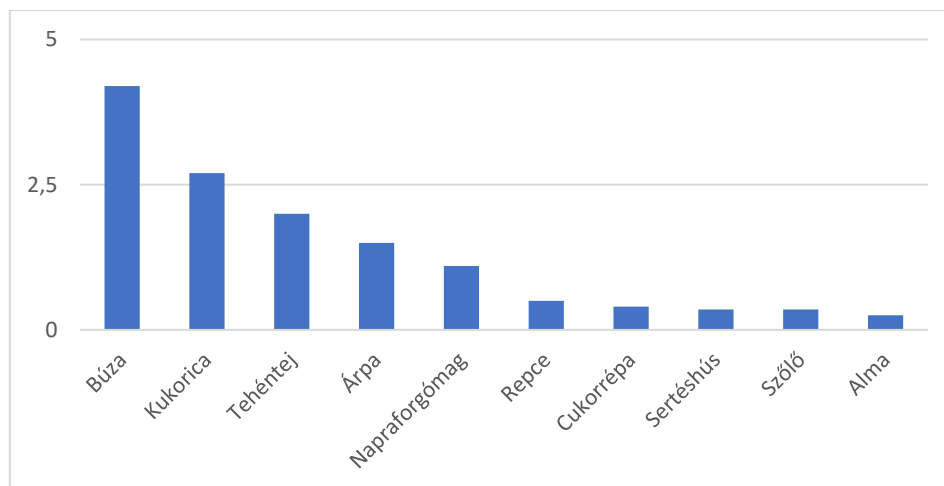
Az utóbbi években az orosz-ukrán háború és a kedvezőtlen időjárási események is nagy mértékben befolyásolták a mezőgazdaság helyzetét hazánkban. A műtrágya árak

megemelkedtek, a 2022-ben jelentkező aszályos időszak pedig nagyban visszavetette a termésátlagokat (SZIGETHY-A. 2023). A búzát tekintve az előző 5 év átlagához képest több mint 30%-os lett a hozamcsökkenés, ezt csak részben ellensúlyozza a gabona 60%-os drágulása a háború kezdete óta 2022-ig, az ára ezután újra csökkenésnek indult (MAGYARORSZÁG KORMÁNYA 2022 <http1>). 2023-ban az időjárási körülmények kedvezőbbek voltak ez a termésátlagokon is érződik. 2022-ben mindössze 4450 kg/ha volt az országos átlag, a legrosszabb eredmények a szárazabb középső és keleti országrészekben születtek (1. táblázat). 2023-ban az átlag 5630 kg/ha-ra emelkedett (KSH 2023). Hazánkban a termésmennyiséget figyelembe véve magasan a vezető helyen áll a búza a többi termesztett növényünkhöz képest (2. ábra).

1. táblázat: Búzatermesztés területi egységenként, 2024

Terület egység	Betakarított terület	Összes termés	Termésátlag
	hektár	tonna	kg/hektár
Közép-Magyarország	39 537	190 850	4 827
Közép-Dunántúl	100 913	586 154	5 809
Nyugat-Dunántúl	107 571	663 716	6 170
Dél-Dunántúl	133 874	864 220	6 455
Észak-Magyarország	112 782	620 670	5 503
Észak-Alföld	174 165	982 855	5 643
Dél-Alföld	205 611	1 149 912	5 593
Ország összesen	874 453	5 058 377	5 785

(NAIK AKI AGRÁRSTATISZTIKAI OSZTÁLY 2024)



2. ábra: A legnagyobb mennyiségben előállított áruk 2022-ben, Magyarország

(FAO STAT 2022)

2.1.3. A búza termesztés jövője

A termesztők továbbra is a búza biológiai sokféleségére fognak támaszkodni és a vadbúza folyamatosan fejlődni fog a természetben, ahogyan az elmúlt évmilliók során, több éghajlati változást is túlélve. Nem biztos azonban, hogy az élelmezésbiztonság biztosítható az antropogén tevékenységekkel, sem az, hogy a biológiai diverzitásra nem lesznek hatásai. Valójában a klímaváltozások, a népesség növekedés, az urbanizáció, a szántóterület bővítés, a túllegettetés, a talajromlás több vadon élő búza populációinak kihalásához, a biodiverzitás csökkenéséhez és új betegségek megjelenéséhez vezethetnek. A biodiverzitás megőrzése magbankokban és az in situ védelem tehát elengedhetetlen (LEVY et. al 2022). Néha lehetetlen kihívásnak tűnik, amellyel szembe kell néznünk – egyre több embert etetni, kevés rendelkezésre álló területtel, miközben a klímaváltozással küzdünk, amely szélsőségebb hőmérsékleteket és időjárási eseményeket eredményez. Nincs egyetlen megoldás, mindig egyensúlyba kell hoznunk a mezőgazdasági teljesítmény maximalizálását a környezet védelmével, de folyamatos növekedés és javulás tapasztalható a búzával kapcsolatos alapvető ismereteink terén, minden területen, a molekuláristól az agronómiai szintig. Ezt a tudást robusztusabb, nagyobb hozamú fajták előállítására használjuk fel, amelyek folyamatosan javulni fognak a búzával kapcsolatos egyre bővülő ismereteink révén (HIRSZ 2023).

A GM növénytermesztési technológia a jövőben nagy előnyöket kínál mind a termelők, mind a fogyasztók számára, amennyiben a jelenleg fejlesztési szakaszban lévő növénynemesítési koncepciók megvalósulnak. Rövidtávon azonban optimista az a

feltételezés, hogy a vásárlók többsége szívesebben vásárolna GM-búzából készült élelmiszereket. Sok vásárló nem látja előnyét az ilyen búzából készült élelmiszereknek, kétségeik vannak azzal kapcsolatban, hogy hosszú távon mennyire biztonságosak ezek a növények. A biotechnológia fejlődése ma már lehetővé teszi, hogy nem rokonságban álló fajokból származó géneket injektáljanak egy növénybe vagy állatba, olyan új tulajdonságokat kapva, amelyek kialakulása egyébként vagy sok évbe telne vagy hagyományos nemesítéssel nem lehetne kifejleszteni. A génmódosítás viszont nem az egyetlen technológia, amellyel a növénytermesztés maximális potenciálját kiaknázzhatjuk. A növényi genetikai információk elemzésének új módszerei azt sugallják, hogy a GM-kultúrákból származó potenciális előnyök legalább egy része elérhető a növény saját genetikai szerkezetével, annak módosításával, idegen gének beiktatása nélkül (WISNER 2003).

Az szárazságstressz az éghajlatváltozás egyik olyan következménye, amely negatív hatással van a növényeink növekedésre és a terméshozamára. Rendkívül fontos a nélkülözhetetlen termények nemesítése, hogy megfeleljenek a termőképességet és termelést korlátozó aszály kihívásainak. A szárazságstressz vízhiány, amely drámai morfológiai, biokémiai, fiziológiai és molekuláris változásokat idéz elő. Mindezek a változások hátráltatják a növények növekedését és a termelést (SALLAM et. al. 2019).

2.2. A búza minősége, beltartalmi jellemzői

2.2.1. Beltartalmi jellemzők

A búza, termelés szempontjából legfontosabb része a szemtermés. Az endospermium energiatermelő keményítőben gazdag, amelyekre a palántáknak szüksége van a növekedéséhez. A szénhidrátokon kívül a lisztes endospermium zsírokat és fehérjéket tartalmaz: albuminokat, globulinokat és a glutén legfőbb alkotóit – glutenint és gliadint (ŠRAMKOVÁ 2009). A búzaszem 8-17% fehérje, 60-80% szénhidrát (többnyire keményítő), 1,5-2% ásványi anyag, 1,5-2% lipid, 2% nyersrost, vitaminok (B-komplex és E) és szinte az összes esszenciális aminosav alkotja (2. táblázat). A glutén a kenyérbúzában található fehérjekomplex, amely a teljes fehérje 75-85%-át teszi ki (AHMED et.al. 2022).

2. táblázat: A búzaszem fő alkotói

Fehérje (75-85% glutén)	8-17%
Szénhidrát (keményítő)	60-80%
Ásványi anyag	1,5-2%
Lipid	1,5-2%
Nyersrost	2%
Vitaminok (B-komplex, E), Esszenciális aminosavak	100%-ig

(saját szerkesztés)

A szemben található fehérjék és keményítő mennyiségének aránya szabja meg, hogy milyen minőségű a búza szem. Minél magasabb a fehérjetartalom annál jobb a minőség. Ezen fehérjék legnagyobb része nem oldódik vízben (gliadin, glutenin), úgynevezett sikért alkotnak (RADICS 1994). A búza legismertebb sütőipari minőségi paramétere a sikértartalom. A siker egy olyan fehérjéből álló, térhálós szerkezetű anyag, amely képes megkötni a vizet, rugalmas és könnyen nyújtható (SIPOS, UNGAI 2011).

A környezeti és agronómiai viszonyok hatása a gabona ásványi tápanyag-koncentrációjára nagyban függ a genotípustól. A búzaültetvény elhelyezkedése a primitív fajtáknál jobban befolyásolta a gabona kémiai összetételét, mint a korabeli fajtáknál. Az ásványi tápanyag-tartalmat és egyéb búzaszem minőségi jellemzőket erősen befolyásolja az időjárás, különösen a csapadék és a hőmérséklet. A talaj vízviszonyai ebben az időszakban jelentős hatással vannak a búza foszfor, kálium, kalcium és magnézium, valamint a szerves vegyület (fehérje, zsírok és keményítő) tartalmára (JASKULSKA 2018). A csapadékosabb területek kedvezőbbek a magasabb terméshozam eléréséhez, azonban a szárazabb időjárás a jobb minőségű termés kialakulásának kedvez (RADICS 1994).

A búza minőségét különböző értékek fejezik ki. A hektolitersúly az egyik legfontosabb minőségi érték mutató. Minél magasabb az érték annál jobb minőségű a búza. Befolyásolhatja a gabona nedvességtartalma, a sűrűség, szemnagyság, szemek alakja stb. Általában minél szárazabb időjárás uralkodott a búza fejlődése során annál magasabb az érték (GYŐRI 2014). A fehérjeszázalék megmutatja a búzaszem fehérjetartalmát. Bár több tényező is befolyásolja a fehérjetartalmat, például a nitrogénellátottság, az éghajlat, a talajminőség, legnagyobb részben

a gének határozzák meg a fehérje mennyiségét. Általánosságban elmondható, hogy a terméshozam növekedésével csökken a fehérjeszázalék (GÖNCZI 2020). A legjobb minőségű búza 14% feletti fehérjetartalommal is rendelkezhet. A sikértartalom a búza sütőipari minőségét határozza meg. A sikér egy kolloid, rugalmas anyag, amely megköti a vizet, a lisztből készült tészta ennek köszönhetően válik rugalmassá és nyújthatóvá. A jó minőségű búza sikértartalma 30-40% körüli (BICSKEI 2010). A Zeleny-indexet a nemesítésben és a gyorselemzésben is használják a búza általános sütőipari minőségének meghatározására. A vizsgált búza 0-80 ml-ig tartó skálán kerül besorolásra. 20 ml alatt általában sütésre alkalmatlannak tekintik a termést (DAVID et.al.2012).

Az esésszám eredményeit a búza- vagy lisztmintában az enzimaktivitás indexeként rögzítjük, és az eredményeket másodpercben fejezzük ki. A magas esési szám (300 másodperc felett) minimális enzimaktivitást és jó minőségű búzát vagy lisztet jelez. Az alacsony esési szám (250 másodperc alatt) jelentős enzimaktivitást jelez. Az esésszám teszttel mért enzimaktivitás szintje jelzi a termés minőségét. Ha az alfa-amiláz aktivitás megfelelő, nagy térfogatú, kemény és lágy textúrájú kenyeret érünk el. Ha az aktivitás túl magas, ragacsos tésztát és alacsony térfogatot eredményezhet. Ha az aktivitás túl alacsony, akkor csökkent térfogatú száraz tészta keletkezhet (RAM et. al.2018).

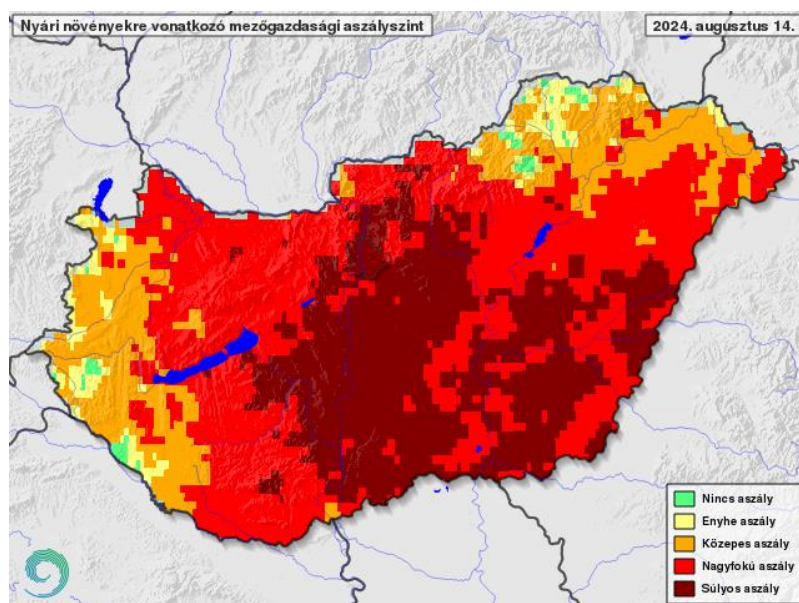
2.3. Az öntözés jelentősége a búzatermesztésben

2.3.1. A klímaváltozás és az öntözés kapcsolata

A mezőgazdaság az az ágazat, amelyen talán a leginkább érezhetőek a klímaváltozás hatásai. Az élelmiszer-termelési rendszerek átalakulására van szükség ahhoz, hogy ki tudják elégíteni az élelmiszer-kereslet jövőbeni növekedését, tekintettel az egyre nagyobb kihívást jelentő éghajlati viszonyokra és szélsőséges éghajlati eseményekre. Az következő évtizedekben az egységnyi mezőgazdasági földterületre (pl. tonna/hektár) és a vízhasználatra jutó élelmiszertermelés növelésére lesz szükség ahhoz, hogy kielégítsük a növekvő globális népesség igényeit, az éghajlatváltozással küzdve (KAINI et al. 2022). A folyamatosan, nagy mértékben növekvő hőmérséklet önmagában is nagy problémát jelent, azonban hatással van a lehulló csapadék mennyiségére, gyakoriságára és formájára is. Magyarországon az utóbbi években az évi csapadék mennyiség nem csökkent drasztikusan, de eloszlása és intenzitása nagyban változott (GOCKLER 2017). Az intenzívebb vízkörforgás hatására növekszik a heves esőzések ennek következtében a belvizek, áradások száma, az időszakos vízhiány miatt pedig az aszály és a vegetációtüzek kockázata. A télen lehullott csapadék mennyisége

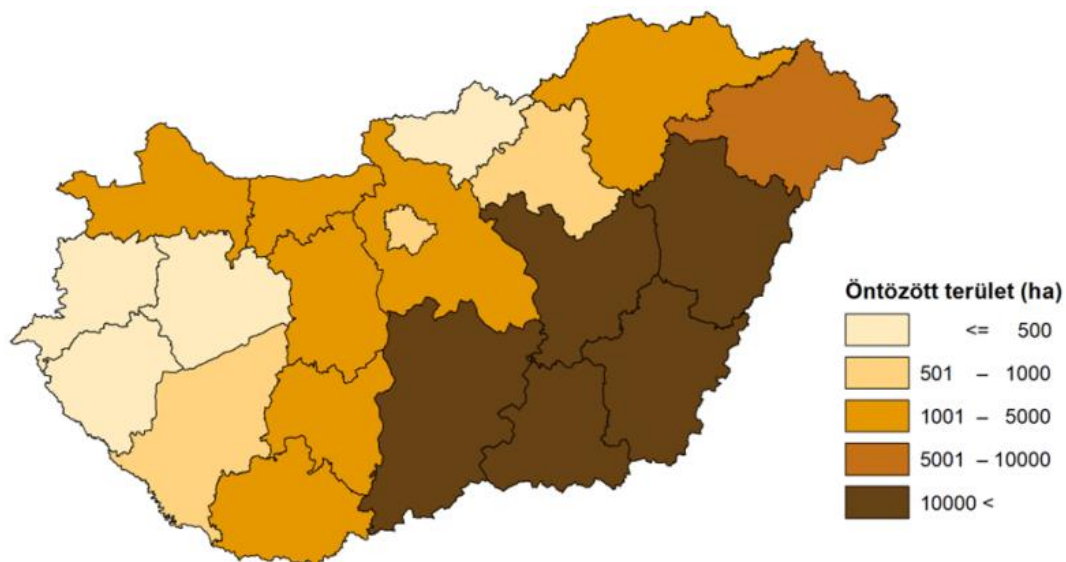
növekedni fog, míg nyári csapadék kevesebb lesz, de egyre intenzívebb, hevesebb esőzés formájában számíthatunk rá (SZABÓ 2021). Jelentős a különbség az öntözésben az ország különböző régióiban, megyéiben. Ennek oka az, hogy más a termesztett növénykultúra, a terület nagysága, illetve a csapadék mennyisége és eloszlása (HELYES 2005).

1990 és 2016 közötti eltelt 26 év 70%-a aszályos évnek tekinthető, 2 rendkívül aszályos volt. A csökkenő csapadék mennyiséggel a jövőben is növekedni fog az aszályos évek kockázata (3. ábra), ezért létfontosságú az egyre nagyobb szélsőségekhez való alkalmazkodás a mezőgazdaságban (GOCKLER 2017). Fontos, hogy előtérbe kerüljön az időszakos nagy csapadékmennyiség eltárolása, a heves esőzések következtében képződő talaj erózió és talajszerkezet romlás elleni védekezés és az öntözési módszerek fejlesztése. Hazánkban leginkább az Alföld és a Kisalföld azon területein van szükség öntözésre (4. ábra), amelyek kisebb mennyiségű csapadékot kapnak és talajuk gyenge vízgazdálkodású, vízhiány leginkább ezeken a területeken jelentkezik (BARABÁS 1987). Olyan aszályos években viszont, mint amilyen 2022 volt az ország más régióiban is nagyban befolyásolhatja az öntözés a terméseredményt.



3. ábra: Nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszályszint 2024. augusztus

(HUNGAROMET 2024)



4. ábra: Öntözött terület nagysága megyei bontásban, 2022

(NAIK AKI AGRÁRSTATISZTIKAI OSZTÁLY 2022)

2.3.2. Az öntözéses termelés indokai, az öntözés hatékonyságát befolyásoló tényezők

Az öntözésnek fontos szerepe van a termés biztonság és az aszály kártételének minimalizálása szempontjából (HAJDÚ 2020). Tág értelemben az öntözési hatékonyság jelentése az egységnyi felhasznált víz nettó megtérülése. A hatékonyság javításának célja a minél nagyobb terméseredmény és bevétel a lehető legkevesebb víz felhasználásával. Jelentős tér áll rendelkezésre az öntözés hatékonyságának fejlesztésére mind a növénytermesztés, mind az állattenyésztés és tógazdálkodás szempontjából. Az ehhez használt gyakorlatok közé tartozik a vízgyűjtés (5. ábra), a kiegészítő öntözés, a hiánypótló öntözés, a precíziós öntözési technikák és a talaj-víz megőrzési gyakorlatok. A hatékony vízgazdálkodás csökkentheti a kiadási költségeket és kritikus válasz a növekvő vízhiányra. Fontos, hogy elegendő vizet hagyjunk a folyókban és tavakban az ökoszisztémák fenntartásához, illetve a városok és az ipar szükségletének kielégítéséhez (MOLDEN et al. 2010). A vízgazdálkodáshoz közvetlenül nem kapcsolódó gyakorlatok is befolyásolják a hatékonyságot, például a talaj termékenység, a kártevők és betegségek elleni védekezés, a termésszelekció vagy a jobb piacokhoz való hozzáférés. Nagy szerepe van a talaj termőképességének, víz és tápanyag gazdálkodásának feltérképezésének, hogy a lehető leghatékonyabban tudjunk öntözni.



5. ábra: mezőgazdasági víztározó

(hpde.hu)

Fontos figyelembe venni az öntözési kapacitás megtervezésénél, hogy évről évre változik a csapadék és a növények rendelkezésre álló víz mennyisége. Bizonyos években akár 5-10-szer annyi öntözővíz szükséges, mint más években (HELYES 2005).

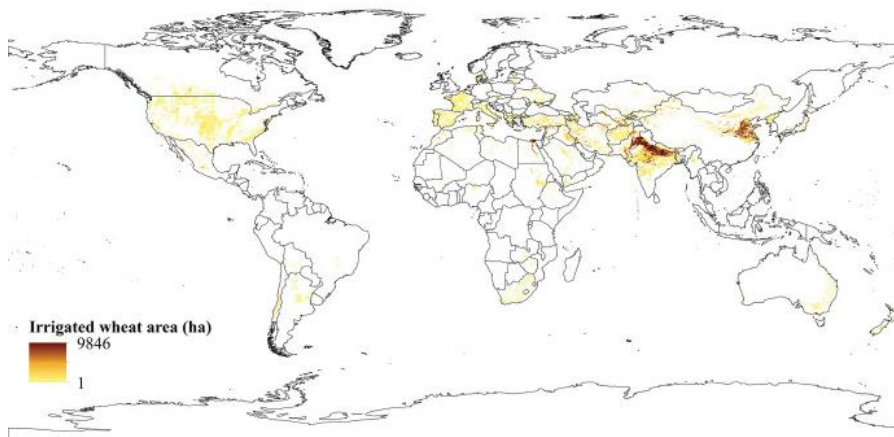
A búza termesztés szempontjából egyre inkább létfontosságú a megfelelő vízgazdálkodás, hiszen az ország öntözött termőterületeinek negyedén búzát tesztenek. A kitűzött termésmennyiséget így kisebb területen el lehet érni. Az újonnan termesztésbe kerülő búzafajták egyre nagyobb vízigényűek, maximális terméseredményt csak öntözés segítségével érhetünk el (BARABÁS 1987). Az öntözés elsődleges célja a vízszükséglet kielégítése, a minél kisebb termésingadozás érdekében, emellett azonban segítségünkre lehet a műtrágya vagy növényvédő szer kijuttatásában és a fagyvédelemben is (MAGDA, MARSELEK 2000).

A vízfelvétel a gyökérsűrűséggel és mélységgel függ össze. Általában a teljes vízfelvétel 50-60%-a a felszín alatti első 0,3 méterről, 20-25%-a a második 0,3 méterről, 10-15%-a a harmadik 0,3 méterről és kevesebb, mint 10%-a a mélyebb rétegekből történik. Normális esetben a vízfelvétel 100%-a az első 1,0-1,5 méter alatt történik. Olyan körülmények között, amikor a maximális párolgás körülbelül 5-6 mm/nap, a növény vízfelvételét csekély mértékben befolyásolja, ha a talajvíz kimerülése a teljes rendelkezésre álló talajvíz kevesebb mint 50%-a. A terményt mérsékelt stressz 70-80%-os kimerülési szintnél, súlyos stressz pedig 80% feletti szintnél éri (FAO 2024).

2.3.3. A búzaöntözés helyzete a világban

A rendelkezésünkre álló öntözővíz mennyiségének csökkenése veszélyezteti a globális őszi búzatermesztést és az élelmezésbiztonságot. A világ egyik fő élelmiszernövényeként az öntözés kulcsfontosságú a fenntartható búzatermelés fokozásában. Az élelmezés- és vízbiztonság érdekében létfontosságú, hogy jobban megértsük a búza öntözési igényeit a különböző növekedési időszakokban a vízgazdálkodás javítása érdekében (ZENG et al. 2023).

Globálisan a művelt területek 20%-át öntözik, ezen területek a teljes élelmiszertermelés 40%-át fedezik. A mezőgazdasági öntözés használja fel a legtöbb vizet, de egységnyi vízre vetítve a legalacsonyabb bevételt adja más gazdasági ágazatokhoz képest (EL-SHAFEI, MATTAR 2022). Az Egyenlítőhöz közeli felföldeken és az Egyenlítőtől távolabb eső alföldeken is öntözve termesztik a búzát. A nyáron csapadékos szubtrópusokon a téli hónapokban öntöznek, télen csapadékos szubtrópusokon kiegészítő öntözés mellett folyik a búzatermesztés (FAO 2024). A világszintű búzatermesztésben öntözés 59,5 millió hektáron zajlik (6. ábra) amely az összes terület 27%-a. 4,02 t/ha termésátlaggal, amely nagyjából 239,6 millió tonna termést eredményez (CHAICHI 2023). A legjelentősebb termelési szinttel rendelkező országok közé tartozik India, Kína, Pakisztán, Irán, Törökország, Afganisztán, Egyiptom és az USA (DADRASI 2023).

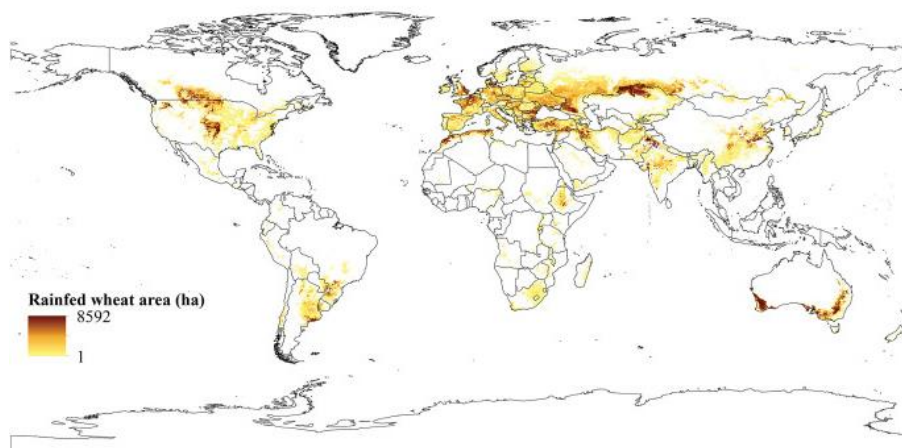


6. ábra: Öntözött búza területe 2023 -ban (ha)

(PLoS One)

Az öntözetlen búzatermesztés mértéke kétszerese az öntözöttnek 410 millió tonna terméssel, 160 millió hektár szántóföldön. A termésátlag azonban alig több mint a fele 2,55 t/ha-ral (CHAICHI 2023). A legnagyobb búzatermelők öntözés nélkül (7. ábra) Oroszország,

az Egyesült Államok, Kazasztán, Ausztrália, Kína, Kanada, Ukrajna, Törökország, India és Franciaország (DADRASI 2023).



7. ábra: Öntözetlen búza területe 2023-ban (ha)

(PLoS One)

2.3.4. A búza vízszükséglete különböző fejlődési szakaszokban

A búzatermesztőknek számos kihívással kell szembenéznük napjainkban, például a vízhiány, illetve a csapadék egyenetlen eloszlása. A búzának minden növekedési szakaszban elegendő talajnedvességre van szüksége a normál növekedéshez és fejlődéshez, ami a túlóntözést is minimálisra csökkentő precíz öntözési ütemezéssel érhető el. A túlzott vízhasználat belvízhez és a tápanyagok kimosódásához vezethet a gyökérszónából (EL-SHAFEI, MATTAR 2022).

A búza vízigénye a kapáskultúrákénál kisebb, de a rozshoz és őszi árpához viszonyítva nagyobb. Jobban belenyúlik a tenyészideje a száraz, meleg időszakba. Vízigénye nagyban függ az egyes fenológiai fázisoktól. A legnagyobb vízmennyiséget igénylő fázisok a szárba indulás és a bokrosodás. Ez az időszak rendszerint április közepétől május közepéig tart (BOCZ 1992). A kora tavaszi vízhiány sem kedvező, mert hatással van a másodlagos gyökér fejlődésére, amely befolyásolja a bokrosodást (BARABÁS 1987). A rendelkezésre álló talajvíz körülbelül 50-60%-át tudja a növény hasznosítani a következő öntözés előtt. Kedvezően hat a gyökérfejlődésre, ha a talaj kapacitása teljesen fel van töltve a vetés előtt vagy röviddel azután. A vegetatív időszakban történő túlóntözés azonban hirtelen

növekedéshez, ezáltal megdőléshez vezethet, ez a késői termésképződési időszakban is előfordulhat túl erős esőztető öntözés során (FAO 2024). Az szárazságstressz befolyásolja a vízháztartást, megzavarja a sejtszintű anyagcsere-reakciókat, csökkenti az ATP szintézist és a sejtlégzést, és rossz magcsírázást eredményez (AHMED et.al. 2022).

A búza áttelelésében fontos tényező a leesett csapadék formája. A hó növeli a búza által tavasszal felhasználható víz mennyiségét a talajban. A száraz ősz hatással van a kelésre, nehezíti a kezdeti fejlődést, a növények nem tudnak megfelelően erősödni a téli időszak előtt. Ha túl későn tavaszodik, akkor lerövidülhet a bokrosodási szakasz. Ezek mind a termésmennyiség csökkenéséhez és a termésminőség romlásához vezetnek (IVÁNY et al. 1994).

2.3.5. Fajtaválasztás jelentősége a búza öntözésében

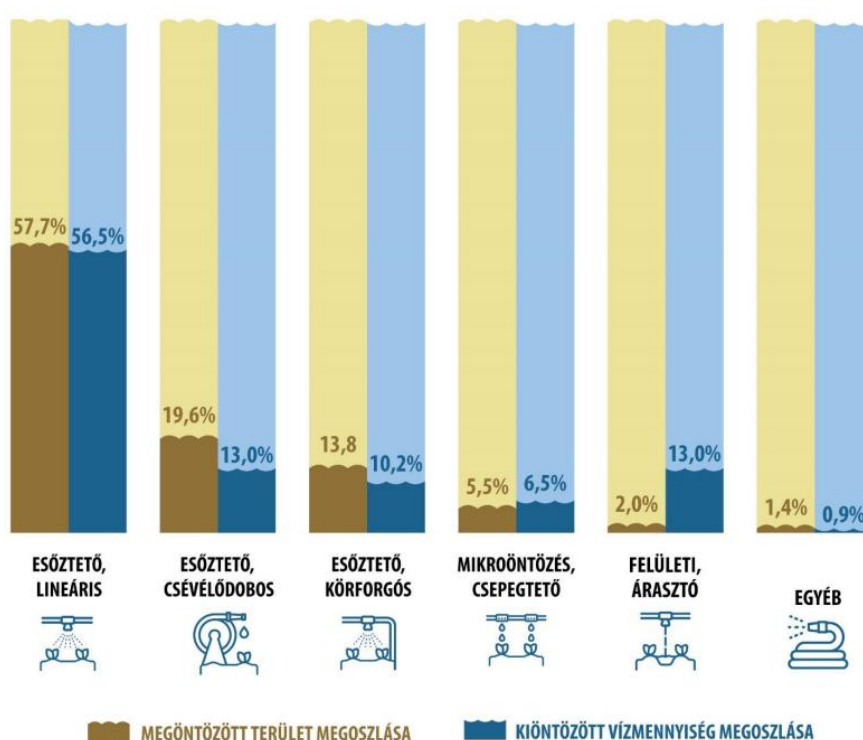
Az egész világon termesztett legfőbb búzafaj a *Triticum aestivum*, egy hexaploid faj, amelyet „közönséges” vagy „kenyérbúzának” neveznek. A világ össztermeléséből azonban körülbelül 35–40 millió tonna *T. turgidum* var. *durum*, egy tetraploid faj, amely alkalmazkodott a Földközi-tengert körülvevő forró száraz körülményekhez és más régiók hasonló éghajlati viszonyaihoz. Ezt tészta készítésére használják, és gyakran „tészta búzának” vagy „durumbúzának” nevezik. Más búzafajtákat csak kis területeken termesztene, akár kulturális okokból, akár az egészséges élelmiszerek bővülő piaca miatt (SHEWRY 2015).

Öntözéses termesztésnél a kiválasztott fajtáknak megfelelő szárszilárdsággal kell rendelkezniük, hogy elbírják a megnövekedett termés mennyiséget és hogy minél kisebb legyen a megdőlés kockázata. A rövidebb szárú, de nagy szárszilárdságú, vastagságú fajták kedvezőbbek. Ilyen fajták például a Wesley, az Ogallala, a Bologna vagy az Abilene. Fontos tényező a fajtaválasztás során, hogy a betegségekkel szemben ellenálló legyen, legfőképpen a rozsdabetegségek ellen. A szár és levélrozsa komoly problémát jelenthet az öntözött állományokban. Régebben kialakított rezisztens fajtákat időről-időre ellenőrizni kell, ugyanis a betegségek mutálódhatnak, változhatnak, így a régebben rezisztens fajtákat is fertőzni képesek. A betegségek jelenlétének minimalizálását segíti, ha inkább kapás kultúrák után, későn vetjük az őszi búzát. Érdemes még figyelembe venni a fehérje százalékos arányát, a télállóságot, a csíkos mozaik vírus rezisztenciát (YONTS 2002).

2.4. Öntözési módszerek

Az öntözésberendezés típusát meghatározza az öntözési módszer és az eljárás. Megkülönböztetünk hordozható vagy stabil esőztető berendezést, felületi tömlős vagy ideiglenes csatornás öntözést. A módszereket csoportosíthatjuk felületi öntözési, altalajöntözési és esőztető öntözési módszerek szerint (PETRASOVITS, BALOGH 1975).

A 2022-es évben az esőztető berendezések voltak a legelterjedtebbek, az öntözött területek 57,7%-án használtak esőztető lineáris berendezést, 19,6%-án csévéldobos, 13,8%-án pedig körforgós berendezést. Bár csepegtető öntözőt nagyobb területen használtak (5,5%) mint felületi, árasztó öntözőt (2%), utóbbival dupla annyi mennyiségű vizet juttattak ki. A fennmaradt 1,4%-ot adó egyéb kategóriába barázdás, sávos, mikroszórófejes és az altalajöntözési rendszerek tartoztak (8. ábra).



8. ábra: A megöntözött területek és a kiöntött víz mennyiségének megoszlása az öntözővíz kiadagolásának módja szerint, 2022

(NAIK AKI AGRÁRSTATISZTIKAI OSZTÁLY 2022)

Nagy méretű táblákon, energia- és víztakarékosság szempontjából az önjáró lineár vagy körforgó rendszerek a legalkalmasabbak öntözésre. Az Egyesült Államokban használták

őket először, majd áttértek a világ más pontjaira is (HAJDÚ 2015). Nagy méretű (20-400 ha) táblák mellett alkalmasak kisebb szomszédos, de jól összevonható táblák öntözésére is. A rendszer tornyokból áll, amelyek 25-55 m-re helyezkednek el egymástól és kerekeken gördülnek, ezek mozgatása hidraulikus vagy elektromos motor segítségével történik. Az öntözés intenzitása a sebesség változtatásával szabályozható. A körforgó rendszereknél az öntözött terület kör alakú, ennek középpontjában, fűrt kútból vagy hidránsról kapja az öntöző a vizet. Az esőszerű öntözést a tornyokat összekötő íven található szórófejek végzik (9. és 10. ábra) (KEMÉNY et al. 2018).



9. és 10. ábra: Valley center pivot öntöző

(saját képek)

Az esőszerű öntözés előnyei közé tartozik, hogy automatizáltak, ezáltal kisebb az élőmunka igény, a rendszer alkalmazásában a kultúra sortávolsága és a magassága nem befolyásoló tényező. Segít a kedvező mikroklíma kialakításában, pontosan megadhatjuk a kijuttatandó víz mennyiségét, akár kis mennyiségű víz is adagolható. Kis méretű a termelésből kivont terület. Hátránya viszont, hogy költséges, nagy a párolgási veszteség, a

szél nagyban befolyásolja az öntözővíz eloszlását, egyenletességét, a szerkezet télen is a táblákon marad ezáltal nagy a fagykár kockázata (LIGETVÁRI 2008).

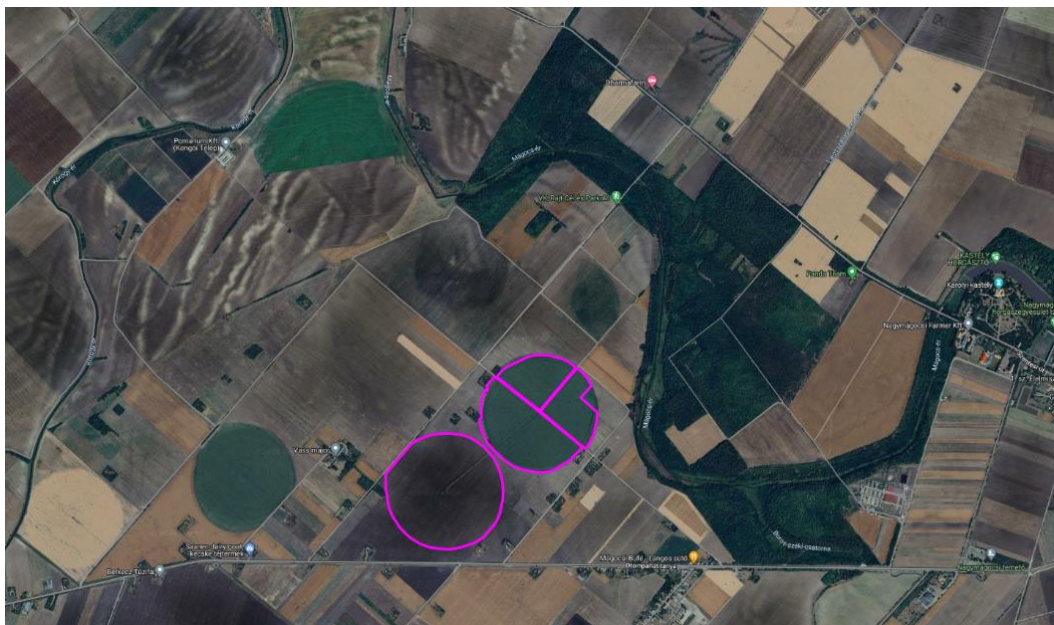
3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérleti hely bemutatása

3.1.1. Az öntözés hatását vizsgáló kísérlet területének elhelyezkedése, talajadottságai

Az öntözés hatását vizsgáló kísérlet területe az Alföld Dk-i részén, a Maros-Körös közén fekszik, Szentestől DK-i irányban. A Kurca és a Tisza vízgyűjtő területén fekszik. Itt található a Mágocs- és a Kórógy-ér, amelyek a Kurcába torkollanak. A terület bár az Alföldön fekszik, az erek és mocsaras területek következtében létrejött mélyedések miatt nem teljesen sík. Ma már mocsaras területeket és csatornákat nem találunk a környéken, ezek beszántásra kerültek (NACSA 2003).

A kísérlet két különálló táblán került beállításra Nagymágocs határában, A Farmer Kft. Lászlótelek és 37-es tábláján. Az öntözött kísérleti terület helyszíne a Lászlótelek elnevezésű tábla, amely Nagymágocs központjától 4,5 km távolságra található, nyugati irányban. Északi irányból a Mágocs-ér, délről pedig a 4405-es út határolja. A tábla 2 x 36 ha-os részre osztott (11. ábra).



11. ábra: Lászlótelek nevű tábla műholdképe

(Google térkép)

Az öntözetlen, 90 ha területű 37-es tábla Nagymágocstól északnyugati irányban, a falu központjától 4 km távolságra fekszik. Délnyugat irányból a 4406-os út, észak felől pedig a Farmer Kft. tehenészet határolja (12. ábra).



12. ábra: 37-es nevű tábla műholdképe

(Google térkép)

A Maros-Körös köze egy részben lösszel fedett hordalékkúp, hazánk humuszban egyik leggazdagabb vidéke (3. táblázat). A területre legjellemzőbb talajtípus a szolonyeces és a karbonátos réti csernozjom talaj (SZENTES.HU 2024).

3. táblázat: Talajvizsgálati eredmények

	37-es (Öntöztelen)	Lászlótelek (öntözött)
KA	48,40	47,93
pH (KCL)	6,62	7,2
Humusz (%)	3,98	3,62
AL-P2O5 (ppm)	256,72	252,41
AL-K2O (ppm)	509,41	686,84
Nitrogén+nitrit+nitrát (mg/kg)	12,37	12,61
CaCO3 (%)	2,80	3,95
Só vízben (%)0	0,064	0,069

(Saját szerkesztés)

A cég talajvizsgálati eredményei alapján megállapítható, hogy a 37-es tábla talaja enyhén savas, míg a Lászlótelek tábla semleges talajjal rendelkezik, mindkettő érték ideális az őszi búza számára. A KA (Arany-féle kötöttség) értékek alapján enyhén kötött agyagos

vályog talaj jellemzi a vizsgált területeket, vagyis minimálisan erősebben köti meg a vizet a vályog talajhoz képest. Gyengén meszes, gyengén szoloncsákos, humusztartalmuk alapján igen jó minőségű talajok. Kálium tartalmuk túlzott, ez gátolhatja más tápelemek felvételét például kalcium, magnézium. Foszfor tartalmuk jó.

3.1.2. A kísérleti időszak csapadék- és hőmérsékletviszonyai az öntözés hatását vizsgáló kísérlet helyszínén Nagymágocson

3.1.2.1. Csapadékviszonyok

A 2023-as év hazánk legcsapadékosabb éve volt 2014 óta és a 8. legcsapadékosabb 1901 óta (4. táblázat). A kísérleti terület abban a régióban fekszik, ahol az országban a legkisebb évi csapadékmennyiséget mérték, azonban még itt is 500 mm feletti volt az érték (met.hu). Október jóval szárazabb volt az év ezen időszakához képest, ez a búza kelése szempontjából kritikus időszak. Kelesztő öntözés azonban nem történt, a keléshez szükséges vízmennyiség rendelkezésre állt a vizsgált kultúra számára (13.,14. ábra). A novemberi és decemberi hónapok az átlagosnál csapadékosabbak voltak. Novemberben az októberi csapadékmennyiség közel ötszöröse esett le.

4. táblázat: Csapadékmennyiség 2023. szeptember-december

	Átlag (mm)
Szeptember	47,97
Október	19,18
November	94,06
December	85,49
Összesen	246,7

(Saját szerkesztés)



13. és 14. ábra: A Lászlótelek tábla kelés után

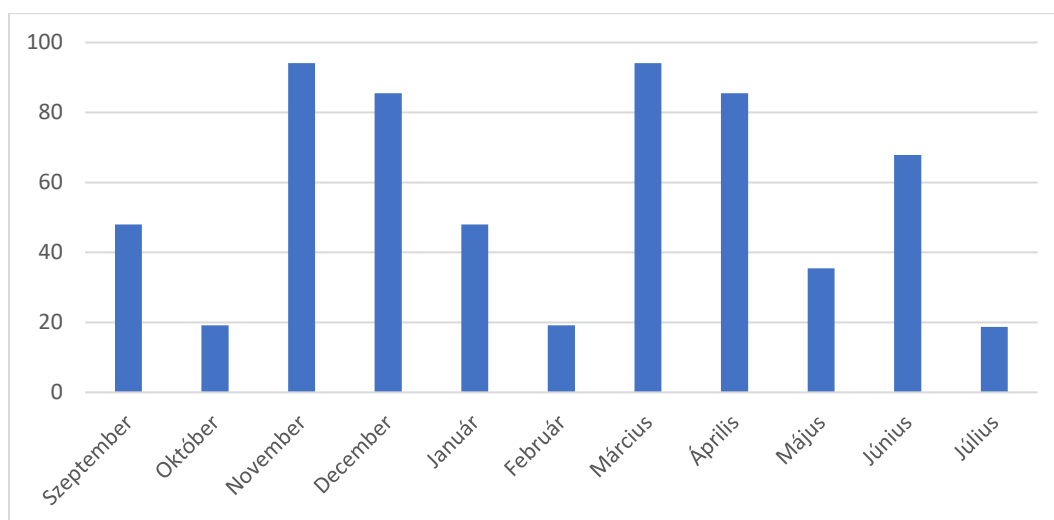
(saját képek)

A 2024-es év első fele rendkívül száraznak bizonyult a térségben (5. táblázat). A Dunántúl egyes részein a tavaszi hónapokban a 250 mm-t is meghaladta a csapadék, míg a Dél-Alföldön 7 hónap alatt sem érte el a 200 mm-t. A búza fejlődése szempontjából kritikus április és május hónapok közül áprilisban a területen mért csapadék meghaladta az országos átlagot (37,6 mm), májusban azonban az országos átlag (68,6 mm) alig több mint felét érte el. A július extrém száraz volt, a megyei területi átlag a sokéves átlag alig felét érte el (15. ábra).

5. táblázat: Csapadékmennyiség 2024. január-július Nagymágocs

	Január	Február	Március	Április	Május	Június	Július	Összesen
Átlag (mm)	47,97	19,18	94,06	85,49	35,47	67,84	18,67	191,63

(saját szerkesztés)



15. ábra: 2023/2024 tenyészidőszak csapadékmennyisége havi bontásban

(saját szerkesztés)

3.1.2.2. Hőmérsékleti viszonyok

2023 és 2024 is az addig valaha mért legmelegebb év volt. 2023-ban a terület átlag hőmérséklete a 13 °C-ot is meghaladta (6. táblázat).

6. táblázat: 2023/2024 tenyészidőszak hőmérsékleti értékei

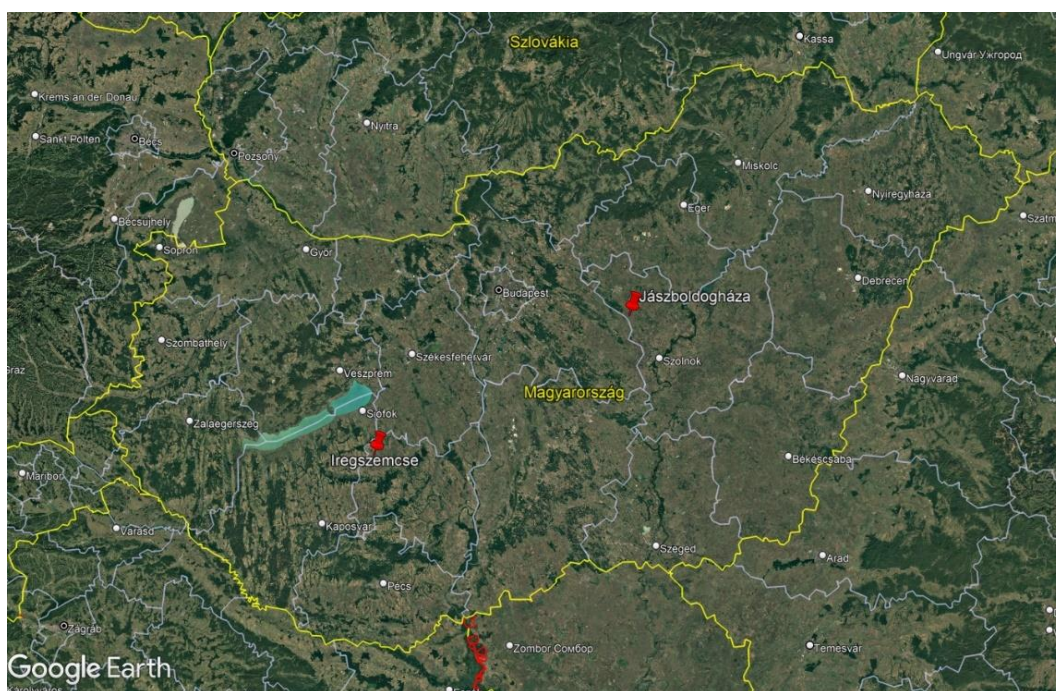
Hónap	Min °C	Max °C	Átlag °C
Szeptember	10,6	33,5	21,4
Október	-1	28,2	16,2
November	-3,7	18,6	7,5
December	-6,8	16,7	3,8
Január	-8,6	13,5	1,69
Február	-2,7	20,3	8,37
Március	-2,7	25,8	9,78
Április	0,7	30	14,05
Május	5,8	29,1	18,31
Június	11,4	36,6	23,2
Július	12,2	40,5	26,08

(saját szerkesztés a metnet.hu és a Hungaromet meteorológiai adattár adatai alapján)

2023-as ősz a legmelegebb volt 1901 óta. 2024 tavasza is sokkal melegebb volt, mint a sokéves átlag. A dél-alföldi régióban az átlag hőmérséklet a 14-15 °C körül alakult. A nyári hónapokban is rendszeresen voltak a napi melegrekordok, júliusban a maximum hőmérséklet többször is meghaladta a 40 °C-ot a vizsgált területen.

3.1.3. A különböző csapadékviszonyok hatását vizsgáló kutatás területeinek elhelyezkedése, talajadottságai

Szakedolgozatom különböző csapadékviszonyok hatását vizsgáló részében két különböző kísérletben, három terület adatait elemzem. Az első kísérletben összevetett két helyszín az ország különböző régióiban fekszik (16. ábra).



16. ábra: A kutatás két helyszíne

(Google Earth)

Iregszemcse a Balatontól délnyugati irányban 30 km-re található, az ország legcsapadékosabb vidékén a Dunántúli-dombságban. Ezzel ellentétben Jászboldogháza az ország egyik legszárazabb régiójában, az Alföld északi részén fekszik Szolnoktól 25 km-re, északi irányban. Mindkét terület talajtípusa csernozjom (7. táblázat).

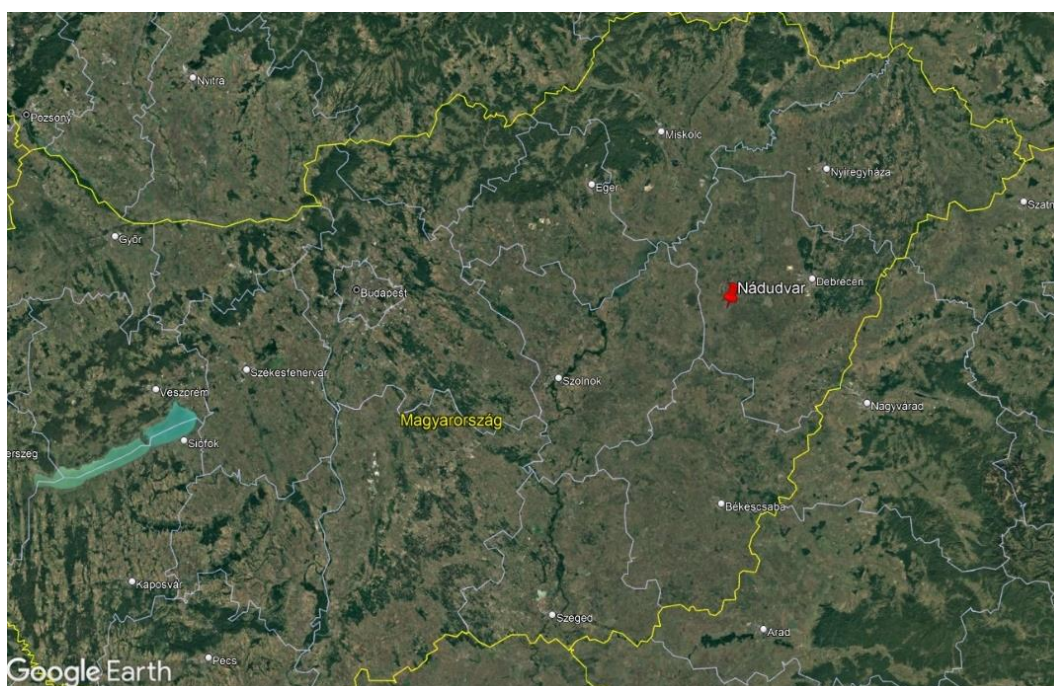
7. táblázat: Talajadatok

	Jászboldogháza	Iregszemcse
Talajtípus	Réti csernozjom	Mészlepedékes csernozjom
Humusztartalom	4,88	2,37
Arany-féle kötöttség	41	40
pH	7,6	7,25

(KITE adatai alapján)

Az Arany-féle kötöttségi szám alapján mindkét talaj vályog, vagyis a legjobb vízgazdálkodással rendelkező kategóriába sorolható. A kémhatás mindkettő esetben gyengén lúgos, ez minimális szinten rontja a tápanyag felvehetőségét a növények számára. A humusztartalom Jászboldogházán jó, Iregszemcsén alacsonyabb, a közepes kategóriába sorolható.

A második kísérlet adatai Nádudvarról származnak. A terület az Alföld keleti részén fekszik, Debrecéntől 36 km-re délnyugati irányban (17. ábra).



17. ábra: Nádudvar elhelyezkedése az országtérképen

(Google Earth)

3.1.4. A kísérleti időszak csapadékmennyisége a különböző csapadékviszonyok hatását vizsgáló kutatás helyszínein

3.1.4.1. 2022/2023-as tenyészidőszak csapadékadatai Jászboldogházán és Iregszemcsén

A kutatásom ezen részében vizsgált két helyszínen esett csapadékmennyiségeket az alábbi táblázat szemlélteti (8. táblázat).

8. táblázat: Csapadékmennyiségek 2022. október-2023. június

Hónap	Jászboldogháza	Iregszemcse
2022		
Október	2	66,2
November	44	36,6
December	91	39,8
2023		
Január	69,68	62,3
Február	10,39	10
Március	40,5	47,4
Április	22,5	69,2
Május	45	79,3
Június	97,35	81,2
Összesen	422,42	482

(saját szerkesztés)

2022-ben a búza kelése szempontjából fontos októberi időszakban Jászboldogházán mindössze 2 mm csapadék esett, míg Iregszemcsén meghaladta a 66 mm-t. 2023-ban a búza fejlődése szempontjából kritikus tavaszi hónapokban lényeges különbség mutatkozott a két területen esett csapadékmennyiség között. Áprilisban az Iregszemcsén esett csapadék alig 32%-a esett le Jászboldogházán, május hónapban is jelentős, 34 mm-es differencia mutatkozott Iregszemcse javára.

3.1.4.2. A 2021/22-es és 2023/24-es tenyészidőszak időjárás adatai Nádudvar térségében

Szaktervezésemhez végzett kutatásaim közé tartozik, Nádudvar csapadékviszonyainak vizsgálata a 2021/22-es és a 2023/24-es tenyészidőszakban. A két időszak csapadékviszonyai között jelentős a különbség (9. táblázat).

9. táblázat: 2021/2022 csapadékmennyiségek (Karcag)

Hónap	Mennyiség (mm)
Október	9,8
November	50,5
December	40,9
Január	7
Február	8,4
Március	9,9
Április	10,1
Május	4,2
Június	26,3
Összesen	167,1

(metnet.hu)

2022-ben jelentős volt az aszály a térségben. A tenyészidőszak során esett csapadék meg sem közelítette a búza számára szükséges 480-550 mm-t. Különösen száraz volt a május, mindössze 4,2 mm csapadék esett a hónapban. 2023 azonban az egyik legcsapadékosabb év volt 1901 óta (10. táblázat).

10. táblázat: 2023/2024 csapadékmennyiségek (Karcag)

Hónap	Mennyiség (mm)
Október	31,5
November	100,7
December	64,7
Január	26,9
Február	2,9
Március	10,4
Április	31,3
Május	38,1
Június	54,9
Összesen	361,4

(metnet.hu, met.hu)

Az év végi hónapok különösen csapadékosak voltak, novemberben több mint 100 mm csapadék esett. 2024 első hónapjai az átlagnál szárazabbak voltak a térségben. Februárban a csapadék mennyisége nem érte el a 3 mm-t. A tavaszi és nyár elejei hónapokban 2022-es

évhez viszonyítva lényegesen több csapadék hullott, ez segítette az őszi búza eredményesebb fejlődését.

3.1.5. Alkalmazott agrotechnika, és a felhasznált géppark

Az öntözéses kísérlet agrotechnikáját és a felhasznált gépeket az alábbi táblázat (11. táblázat) tartalmazza:

11. táblázat: Agrotechnika és a felhasznált géppark az öntözéses kísérlet során

Megnevezés	Öntözött (Lászlótelek 2x36 ha)	Öntöztelen (37-es 90 ha)
Elővetemény	Csemegekukorica (betakarítása 08.29-31.)	Árukukorica (betakarítása 08.29-31.)
Alaptrágyázás	NP 20:20 komplex műtrágya 120-160 kg <i>Kverneland műtrágyaszóró</i>	NP 20:20 komplex műtrágya 120-160 kg <i>Kverneland műtrágyaszóró</i>
Talajelőkészítés	1 sor lazítás kultivátorral 20-25 cm mélyen (kés-tárcsa-henger) <i>hevederes Challenger-nehéztárcsa</i> magágyelőkészítés: <i>Vaderstad Carrier rövidtárcsa</i>	1 sor lazítás kultivátorral 20-25 cm mélyen (kés-tárcsa-henger) <i>hevederes Challenger-nehéztárcsa</i> magágyelőkészítés: <i>Vaderstad Carrier rövidtárcsa</i>
Vetés	260-270 kg/ha vetőmag Október 3. <i>Vaderstad rapid vetőgép</i> Hengerezés	260-270 kg/ha vetőmag Október 4. <i>Vaderstad rapid vetőgép</i> Hengerezés
Növényvédelem	Gombaölő + gyomirtás 04.09. <i>Hagie permetező</i>	Gombaölő + gyomirtás 04.13. <i>Hagie permetező</i>

11. táblázat folytatása: Agrotechnika és a felhasznált géppark az öntözéses kísérlet során

Megnevezés	Öntözött (Lászlótelek 2x36 ha)	Öntöztelen (37-es 90 ha)
Fejtrágyázás	03.12. szilárd műtrágyaszórás (Ammonsulfan 130 kg/ha) 04.23. folyékony műtrágya (UAN oldat 100 kg/ha) <i>Kverneland műtrágyaszóró</i>	03.08. szilárd műtrágyaszórás (Ammonsulfan 130 kg/ha) 04.20. folyékony műtrágya (UAN oldat 100 kg/ha) <i>Kverneland műtrágyaszóró</i>
Öntözés	2024.03.22.-2024.05.20 <i>Valley center pivot (7 tagú, corner nélkül)</i>	-
Betakarítás	Július 1. <i>CLAAS Lexion kombájn</i>	Június 24. <i>CLAAS Lexion kombájn</i>

(saját szerkesztés)

A különböző csapadékviszonyok hatását vizsgáló kutatás agrotechnikai adatai Jászboldogházán és Iregszemcsén (12. táblázat):

12. táblázat: Agrotechnika

Megnevezés	Jászboldogháza	Iregszemcse
Műtrágya	Ősz: N-P-K 30-30-30 kg/ha Tavaszi: N 54 kg/ha	Ősz: N-P-K 24-72-72 Tavaszi: N 94,5 kg/ha
Növényvédőszer	Mustang Forte 1l/ha	Revykar 2x1l/ha Klartan 2x0,2 l/ha
Elővetemény	Őszi káposztarepce	Napraforgó
Vetés	2022.10.20	2022.10.16
Betakarítás	2023.07.16	2023.07.11

(KITE adatai alapján)

3.2. Öntözés adatai

Az öntözés 2024. március 22-től május 20-ig, egy 7 tagú, corner nélküli Valley Center Pivot öntözővel történt. A felhasznált vízmennyiség 1052 m³/ha vagyis 105,2 mm/ha volt. A kiöntözött víz mennyisége a három hónap alatt a következőképpen alakult (13. táblázat):

13. táblázat. Felhasznált víz havi bontásban (mm/ha)

Március	Április	Május	Összesen
29,6	48,9	26,7	105,2

(saját szerkesztés)

3.3 A kísérletben vizsgált őszi búza fajták jellemzése

Saatbau-Aurelius

Kiemelkedő minőségű fajta, fehérjetartalma 14% feletti, sikértartalma meghaladhatja a 33%-ot a NÉBIH által végzett vizsgálatok szerint. Magas esésszámú: átlag 337 sec. A KITE információi szerint termésátlaga 8 tonna körüli, de megfelelő körülmények között a 9 tonnát is meghaladhatja. Növénymagassága az átlagosnál nagyobb.

Syngenta-Bologna

Jó szárazságtűrő képességű, javító minőségű őszi búza fajta. Jó állóképességű, rövidebb szárú ezáltal nem hajlamos a dőlésre még öntözött körülmények között sem. Sikértartalma 34% körüli, kiváló sikerminőségű, esésszáma magas. Termésátlaga 7-8 tonna, fehérjetartalma 13-14%.

3.4. A kísérletek és kutatások célja, hipotézisek

Az általam végzett kísérlet és kutatás célja annak vizsgálata, hogy miként hat a csapadék és az öntözés az őszi búza fejlődésére, termésminőségére és mennyiségére. A kutatási hipotézisem szerint az öntözés és a nagy mennyiségű csapadék nagy mértékben megnöveli az őszi búza termés hozamát és befolyásolja a termés minőségi paramétereit. Kutatásom során két különböző fajtájú, de közel azonos termés hozamú és beltartalmi értékekkel rendelkező őszi búzát vizsgálok, a Bologna és az Aurelius fajtákat, öntözött és öntözetlen, de minden más szempontból azonos termesztési körülmények között, emellett összehasonlítom az Aurelius búzafajta 2022. és 2024. évi betakarítási és beltartalmi adatait Nádudvarról és összevetem ugyanezen fajta két különböző helyszínről, Jászboldogházáról és Iregszemcséről származó 2023-as betakarítási és beltartalmi adatait. Méréseket végzek a beltartalmi értékek (fehérje %, hektolitersúly, nedvesség, sikértartalom, Zeleny-index,

esésszám) meghatározására, csapadékmennyiséget és léghőmérsékletet mérek automata meteorológiai állomás segítségével, a területekről végzett talajvizsgálati eredményeket elemzek, vizsgálom a szemtermés mennyiségét, a búzaszemek külső jellemzőit, összefüggéseket keresek a termésátlagok és az adott tenyészidőszak csapadékviszonyai között.

3.5. A beltartalmi értékek mérésének módszere az öntözés hatását vizsgáló kísérletben

A mintavétel aratáskor történt, mindkét tábla terméséből 1-1 kg. A mintákat az Agrofil Kft. esésszám mérő és MININFRA SmarT SW műszereivel vizsgáltam meg.

A MININFRA SmarT SW hektolitersúly modullal rendelkező, transzmissziós módú infravörös gabonaelemző készülék. A műszer alkalmas a búza nedvesség-, fehérje-, sikér-, olaj-, olajsav-, keményítő- és hamutartalmának meghatározására, emellett mérhető a hektolitersúly és a Zeleny-idex. A készülék a vizsgálandó mintát egy gyorsan forgó fénynyalábbal átvilágítja, majd meghatározott hullámhosszokon megméri az infravörös spektrumát.

Az esésszám mérő műszer a viszkozitást úgy elemzi, hogy megméri a liszt-víz keverék ellenállását a leeső keverővel szemben (18. ábra). A forrásban lévő vízfürdőben a keményítő kocsonyásodni kezd, és a keverék viszkózusabbá válik. A keverés biztosítja, hogy a zselatinizáció homogén legyen. Ezen a megemelt hőmérsékleten az alfa-amiláz enzim elkezd lebontani a keményítőt, így a viszkozitása csökken. A keményítő lebontásának mértéke az alfa-amiláz aktivitásától függ, és ez azt jelenti, hogy minél nagyobb az alfa-amiláz aktivitása, annál alacsonyabb lesz a viszkozitása. Minél alacsonyabb a keverék viszkozitása, annál gyorsabban esik le a keverő az aljára. Azt az időt, ami alatt a keverő a kémcső aljára esik, esésszámnak nevezzük.

18. ábra: A mérésekhez felhasznált esésszámmérő és MININFRA



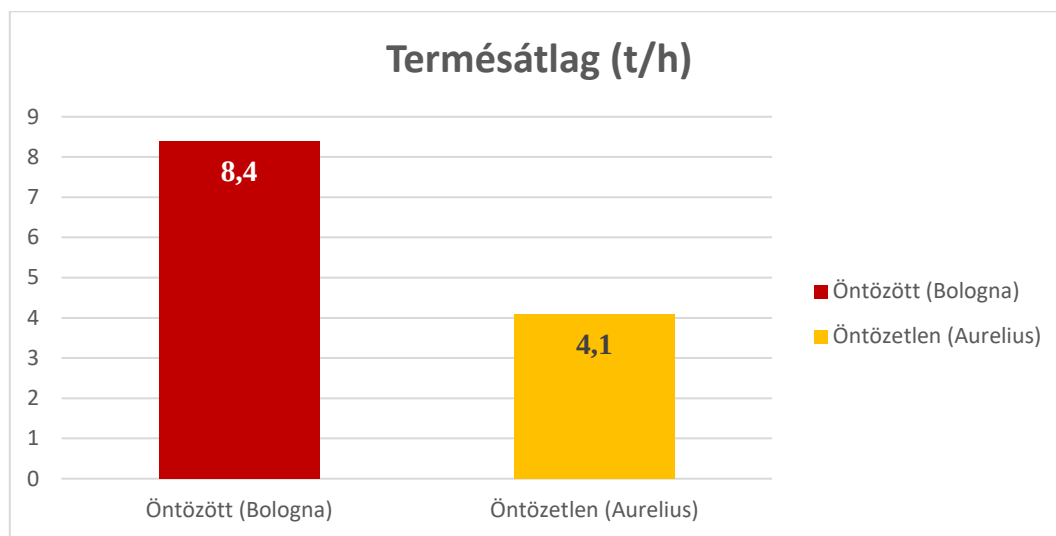
(saját képek)

4. EREDMÉNYEK

4.1. Öntözés hatása őszi búzára

4.1.1. Öntözés hatása a termésátlagokra és a növény fejlődési ütemére

Az öntözéssel kísérlet során, a betakarításkor mért termésátlagok közötti különbséget az alábbi diagram szemlélteti (19. ábra).



19. ábra: Az öntözött és az öntöztelen területen mért termésátlagok

(saját szerkesztés)

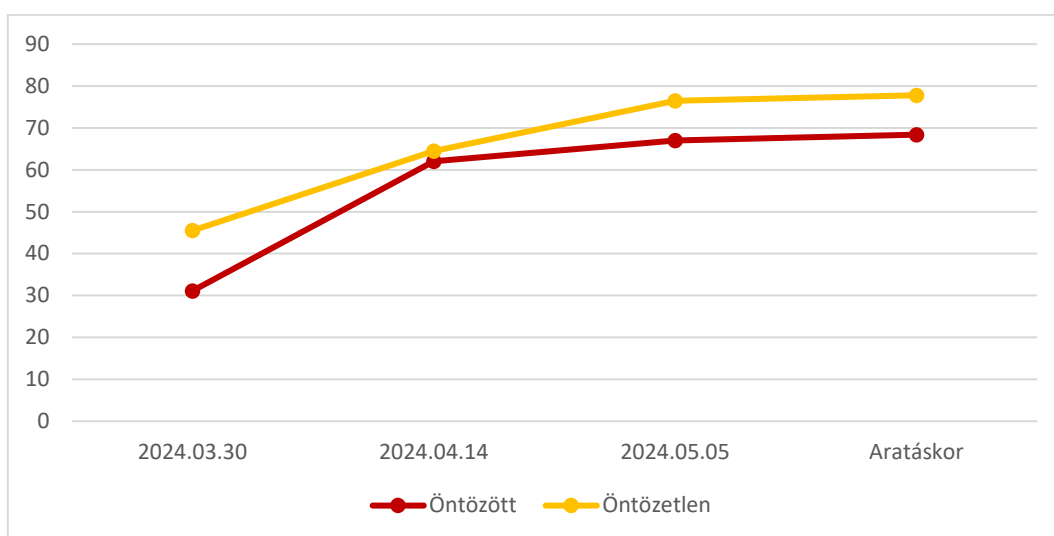
Jelentős különbség mutatkozott a két termésátlag között. A Bologna fajta öntözött körülmények között 8,4 t/ha terméshozamot produkált, a fajtaleírásban szereplő 8 t/ha-os termés potenciált meghaladja, ezzel szemben az Aurelius fajta hozama öntöztelen körülmények között ennek kevesebb mint a fele 4,1 t/ha lett, nem éri el a fajta termés potenciáljának felét sem.

A növények magassága fajta jelleg, az öntözött körülmények között termesztett állomány alacsonyabb Bologna fajta, míg az öntöztelen területen magasabb Aurelius fajtát termesztettek. Azonban különbség mutatkozott a növények növekedési ütemében (14. táblázat, 20. ábra).

14. táblázat: Növénymagasságok március végétől aratásig

Időpont	Öntözött (5 növény átlaga) Bologna	Öntöztelen (5 növény átlaga) Aurelius
03.30.	31,1 cm	45,5 cm
04.14.	62 cm	64,5 cm
05.05	67 cm	76,5 cm
Aratáskor	68,4 cm	77,8 cm

(saját szerkesztés)



20. ábra: Öntözés hatása a növény növekedési ütemére (cm)

(saját szerkesztés)

A március 30.-tól április 14.-ig tartó időszakban az öntözött körülmények között termesztett állomány meredekebb növekedési rátát mutatott az öntöztelen állományénál. Dölést nem tapasztaltam egyik állományban sem.

4.1.3. Öntözés hatása a búza beltartalmi értékeire

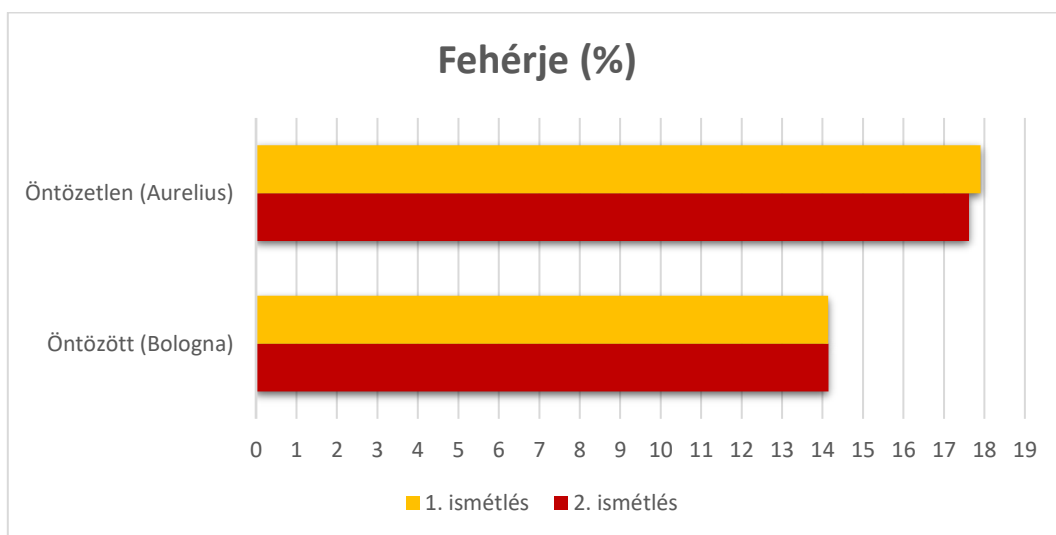
Az öntözött és öntöztelen állomány termésmintáján általam végzett vizsgálatok eredményeit az alábbi táblázat szemlélteti (15. táblázat). A vizsgálatokat 2 ismétlésben végeztem el. Minden vizsgált értékben különbség mutatkozik az öntözött és az öntöztelen búza között.

15. táblázat: Beltartalmi értékek

Beltartalmi értékek (2024.08.06)	Öntözött		Öntözetlen	
	1.ismételés	2.ismételés	1.ismételés	2.ismételés
Fehérje (%)	14,14	14,15	17,9	17,62
Hektolitersúly (kg/hl)	79,1	78,9	79,5	79,9
Nedvesség (%)	11,3	11,4	11,4	11,2
Sikér (%)	27,8	27,9	39,8	39,7
Zeleny index (ml)	43	44	65	64
Spectra (%)	1	1	1	1
Esésszám	322	303	332	318

(saját szerkesztés)

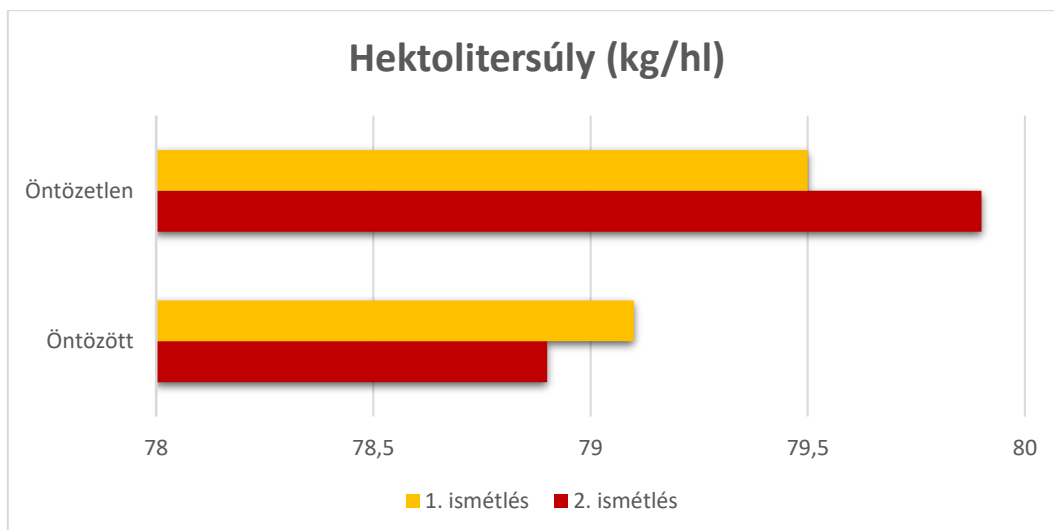
A fehérjetartalom a Bologna fajtájú, öntözött körülmények között termesztett búza esetében a fajta leírásában szereplő 14%-os átlagot alig haladja meg az első ismételésben 14,14% a kapott eredmény, a második ismételésben egy tized az eltérés. Az öntözetlen Aurelius fajtájú állomány eredménye jelentősen magasabb, a két ismételés átlaga 17,76% (21. ábra).



21. ábra: Fehérjetartalom összehasonlítása

(saját szerkesztés)

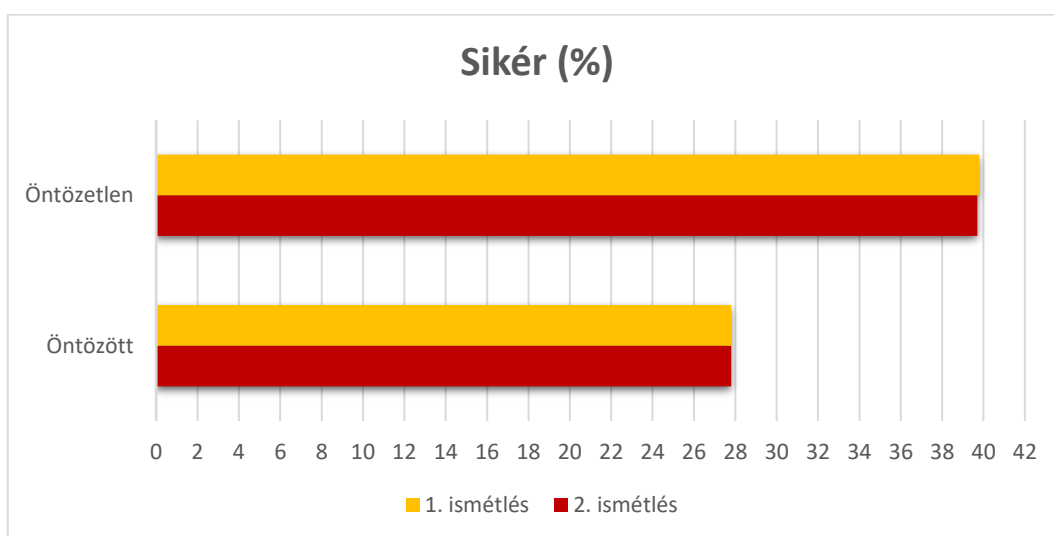
A hektoliter súly mindkét esetben 80kg/hl-hez közeli, ami jó minőségre utal, de az öntözetlen állomány értékei ebben az esetben is magasabbak az öntözötténél, a második ismételésben 1 kg/hl-rel (22. ábra).



22. ábra: Hektolitersúly összehasonlítása

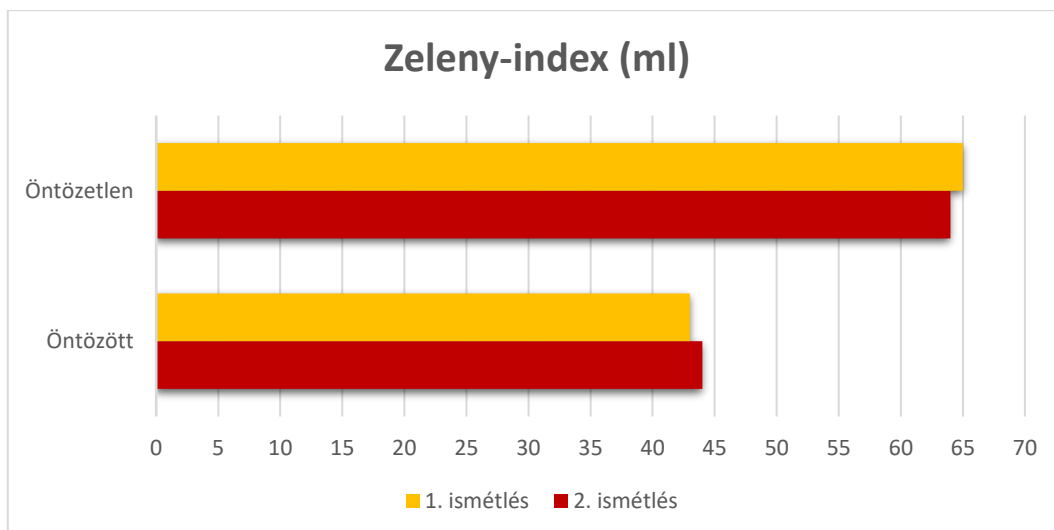
(saját szerkesztés)

A sikértartalomban jelentős a különbség. Az öntözetlen állomány megközelíti a 40%-ot, míg az öntözött Bologna fajta eredményei 27,8-27,9% (23. ábra). A Zeleny-index értékei esetében is jól látható a különbség, az öntözetlen Aurelius állomány indexe 64-65 ml körüli, ezzel szemben az öntözött búza értéke 43-44 ml (24. ábra). Az esésszám mérése során mindkét fajtánál az első és második ismétlés eredményei között különbség tapasztalható, viszont minden érték 300 másodperc feletti, ami alacsony enzim aktivitásra és kiváló termés minőségre utal (25. ábra).



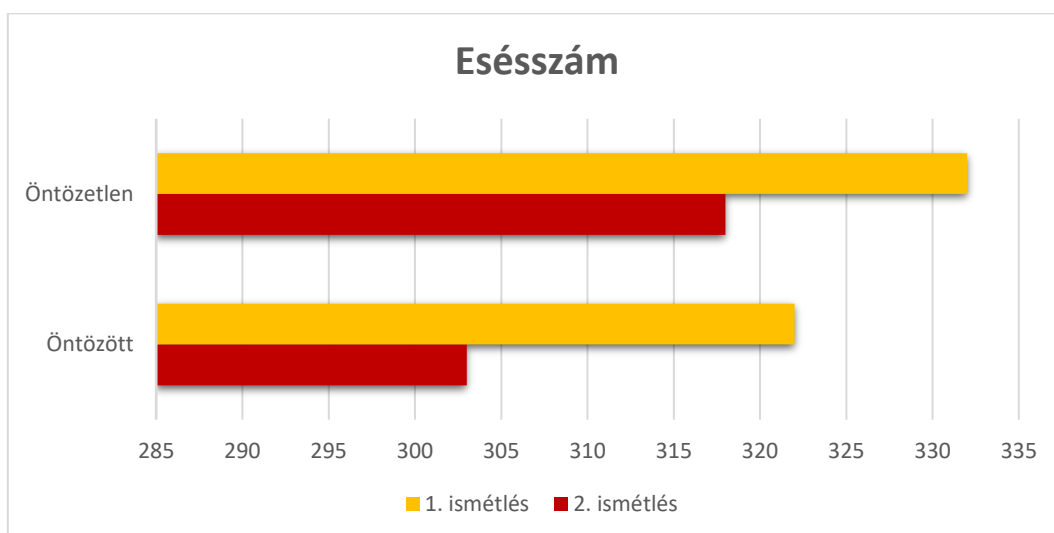
23. ábra: Sikértartalom összehasonlítása

(saját szerkesztés)



24. ábra: Zeleny-index összehasonlítása

(saját szerkesztés)



25. ábra: Esésszám összehasonlítása

(saját szerkesztés)

4.1.5. Öntözés hatása a kalászkák és a bennük lévő búzaszemek számára

A kalász méret és a benne található szemek száma fajta jelleg. Az Aurelius fajta hosszabb kalászkákkal és hosszabb szálkákkal rendelkezik. A Bologna fajtának ezzel szemben rövidebb kalásza van, de a hosszához képest több kalászkát tartalmaz (26. ábra).



**26. ábra: Kalászkák méretének összehasonlítása
[Aurelius (bal) és Bologna(jobb)]**

(saját képek)

Különbséget találtam a két állomány között, a szemmel telt és üres kalászkák számában és a szemek teltségében, felszínük simaságában. Az öntöztelen Aurelius fajta esetében a kalászkákban található szemek száma minden esetben alacsonyabb volt a kalászkák számánál, az öntözött Bologna állomány kalászain viszont minden kalászkában található volt szem (16. táblázat).

16. táblázat: Szemek száma a kalászkákban (4-4 alminta)

	Bologna	Aurelius
1. kalász	50 szem/ 50 kalászká	33 szem/ 35 kalászká
2. kalász	51 szem/ 51 kalászká	32 szem/ 36 kalászká
3. kalász	50 szem/ 50 kalászká	37 szem/ 39 kalászká
4. kalász	45 szem / 45 kalászká	33 szem/ 36 kalászká

(saját szerkesztés)

A szemek külalakja szempontjából az öntözött búza szemei teltebbek, simább felszínűek, nagyobbak, egészségesebb kinézetűek, míg az öntöztelen állományból mintázott szemek felülete ráncosabb, kevésbé teltek és jóval kisebbek (27. ábra).



**27. ábra: Búzaszemek összehasonlítása
[Öntözetlen (bal) és Öntözött (jobb)]**

(saját képek)

4.2. Különböző csapadékviszonyok hatása Aurelius fajta termésátlagára és beltartalmi értékeire

4.2.1. Csapadékos és aszályos tenyészidőszakok adatainak összehasonlítása

A különböző csapadékmennyiségek hatását Aurelius őszi búza fajtán vizsgáltam, két eltérő csapadékviszonyokkal rendelkező év adatait vetettem össze az alábbi táblázatban (17. táblázat).

17. táblázat: Nádudvar: termésátlag és beltartalmi értékek

Helyszín/ tenyészidőszak	Termésátlag t/ha	Nedvesség %	Fehérje %	Sikér %	Zeleny- index (ml)	Esésszám
Nádudvar 2023/24	8,27	12,52	12,41	25,98	54,21	235,16
Nádudvar 2021/22	4,6	11,24	14,2	29,66	51,4	243,74

(saját szerkesztés)

A csapadékos ősszel és a 2022-es événél lényegesen csapadékosabb tavasszal rendelkező 2023/2024-es tenyészidőszak termésátlaga 8,27 t/ha lett, a fajtaleírásban szereplő 9 tonna terméspotenciált megközelíti. Az átlagot megközelítő csapadékmennyiséggel rendelkező őszi, azonban rendkívül aszályos téli, tavaszi és nyári hónapokkal súlytott 2021/2022-es tenyészidőszak termésátlaga mindössze 4,6 t/ha, alig 56%-a a két évvel későbbi eredménynek és a terméspotenciáltól is lényegesen elmarad.

A beltartalom esetében azonban fordított arányosság figyelhető meg bizonyos értékek és a tenyészidőszak csapadék mennyisége között. A fehérjetartalom 1,68%-kal magasabb az aszályos évben, mint a csapadékosabb tavasszal rendelkező 2024-es évben. A 2022-es év termésének sikértartalma is magasabb, mint a két évvel későbbi termésé, 3,68%-kal. Az esésszám értékek között 8,58 sec a különbség, ezúttal is az aszályos év termésének adatai a kedvezőbbek. A fehérje minőséget jelző Zeleny-index kivételt képez, ebben az esetben ugyanis a csapadékosabb 2024-es év adatai a magasabbak 2,81 ml-rel a két évvel korábbi eredménynél.

IV.2.2. Két, különböző csapadékviszonyokkal rendelkező területről származó termésátlagok összehasonlítása ugyanabból a tenyészidőszakból

Megvizsgáltam a 2022/2023-as tenyészidőszak két különböző csapadékviszonyokkal rendelkező helyszínről származó eredményeit. A vizsgálat alanya ezúttal is Aurelius őszi búza fajta volt (18. táblázat).

18. táblázat: Aurelius fajta eredményei 2023-ban két különböző helyszínen (4-4 parcella)

	Jászboldogháza				Iregszemcse			
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
Termésátlag (t/ha)	6,21	6,51	7,07	6,36	8,86	9,42	8,21	9,13
Nedvesség (%)	12	12,6	11,9	12,3	11,6	11,3	11,2	11,6
EMT (g)	38,5				42,68			
Növénymagasság (cm)	92				120			
Dőlés 1-9 (9=legjobb)	9	9	9	9	8	7	4	5

(saját szerkesztés)

Mindkét területről 4-4 parcella adatait vettem össze, az ezermagtömeg és a növénytárgasság átlagolt.

A csapadékosabb ősszel és tavasszal rendelkező Iregszemcse területén mért termésátlagok kiemelkedően magasak, a II. és IV. parcella 9,42 és 9,13 t/ha-os eredményei a fajta terméspotenciálját jelentő 9 t/ha-t is meghaladják. Ezzel szemben a szárazabb időjárású Jászboldogháza területéről származó adatok alacsonyabbak, a négy parcella adatai közül három is 7 t/ha alatt maradt a III. parcella átlaga is alig ment a 7-es érték felé 7,07 t/ha-os eredménnyel.

A termésátlaghoz kapcsolódó ezermagtömeg esetében is a nagyobb csapadékmennyiség kedvező hatást gyakorolt, 4,18 g az eltérés a két területen mért adatok átlagai között, Iregszemcse eredményei a magasabbak.

A két területen mért növénymagasságok átlagai között 28 cm az eltérés, a csapadékosabb Iregszemcse területén átlagosan ennyivel magasabbak a növények, a szárazabb Jászboldogháza terület növényeivel szemben. A több csapadék és az intenzívebb növekedés a növények állóképességére is hatással volt, Iregszemcsén 1-től 9-ig terjedő skálán, ahol a 9-es a legjobb érték, minden érték ez alatt van, a III. parcella 4-es a IV. parcella pedig 5-ös értékű, tehát nagy mértékű dőlés volt tapasztalható. A szárazabb időjárással és alacsonyabb növénymagassági adatokkal rendelkező Jászboldogházán a növények állóképessége lényegesen jobb volt, dőlés nem volt tapasztalható.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Vizsgálataim során több szempontból közelítettem meg a lehetőségeket a búza vízigényének kielégítésére. Kutatásom egyik része az öntözésre irányult. Azonos régióban, a nagymágocsi Farmer Kft. területein, ugyanazzal az agrotechnikával termesztett és a fajtát tekintve közel azonos terméshezammal és beltartalmi értékekkel rendelkező búza állományokat vizsgáltam, a Bologna fajtájú állomány öntözött, míg az Aurelius fajtájú állomány öntözetlen körülmények között fejlődött. Vizsgálataim eredményei alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az öntözés jelentősen befolyásolja a búza terméshezamát, fejlődésének ütemét és a beltartalmi értékeit is, kutatási hipotézisem miszerint az öntözés hatással van a búza terméshezamára és beltartalmi értékeire, beigazolódott.

Az öntözött állomány terméshezama kiemelkedően magasabb lett, mint az öntözetlené. Az öntözött állomány búzaszemei teltebbek, egészségesebb kinézetűek, simább felszínűek. A szemet tartalmazó és az üres kalászkák aránya is az öntözött állomány esetében kedvezőbb. A beltartalom esetében az öntözés negatív hatással volt minden általam vizsgált értékre. A legszembetűnőbb különbséget a fehérje- és sikértartalom, illetve a Zeleny-index esetén figyeltem meg. Tapasztalataim alapján a szárazság kedvezőbb feltétel a fehérje felhalmozódásához a búzaszemben.

A kutatásom másik részében két kísérlet adatait vizsgáltam. Az első kísérletben összevetettem az ország két különböző pontján található gazdaság Aurelius fajtájú búzaállományának eredményeit. Az egyik állomány helyszíne az ország csapadékosabb, dél-dunántúli régiójában található, Iregszemcse volt, a másik helyszín pedig az ország egyik legszárazabb régiójában, az Alföld északi részén elhelyezkedő Jászboldogháza. Ezenkívül összevettem két különböző időjárási viszonyokkal rendelkező tenyészidőszakban, szintén az Alföldön fekvő Nádudvar területén fejlődött Aurelius fajtájú állomány adatait.

Vizsgálataim eredménye hasonló volt az öntözéses kísérlet eredményeihez. A jobb vízellátást biztosító, csapadékosabb területen, illetve a csapadékosabb tenyészidőszakban nevelkedett állományok termésátlagai jóval magasabbak, beltartalmi értékei viszont alacsonyabbak voltak a szárazabb területen, illetve a szárazabb tenyészidőszakban fejlődött állományokéhoz képest.

Tapasztalataim alapján minél nagyobb a rendelkezésre álló vízmennyiség, a búza növények annál gyorsabban és magasabbra nőnek. A növekedésre hatással lehet a talaj nitrogén mennyisége is. Iregszemcsén minimálisan több nitrogén műtrágyát juttattak ki, mint Jászboldogházán, azonban a tanulmányaim során kapott információk szerint minél több a csapadék, annál nagyobb a nitrogén kimosódás mértéke is a talajból, tehát kevesebb áll rendelkezésre a növény számára. Nagy vízmennyiség hatására a szár sejtszövetei megnyúlnak, a szövetek fellazulnak, így csökken a növények állóképessége. Szárazabb körülmények között termesztett állományokban nem volt tapasztalható dőlés, a csapadékosabb területen azonban jelentős mértékű volt a dőlt állomány mértéke.

Az öntözött állományban használt Bologna fajta rövidebb szárral rendelkezik, mint az Aurelius, így jobban képes tolerálni a nagy vízmennyiség miatt létrejövő hirtelen növekedést, ebben az állományban sem tapasztaltam dölést.

Javaslataim közé tartozik, hogy búzatermesztés során körültekintően válasszunk fajtát. Csapadékosabb területeken, illetve öntözött körülményekhez válasszunk alacsonyabb magasságú, erősebb szárral rendelkező búzafajtát. Ha a klímaváltozás következtében a felmelegedés mértéke így marad, bizonyos területei az Alföldnek alkalmatlanná válnak a búzatermesztésre, így itt elengedhetetlen lesz az öntöző rendszerek alkalmazása. A Dunántúl déli részein egyelőre elegendő csapadék hullik a búza számára, azonban a csapadék időbeni eloszlása itt is gondot okozhat, ugyanis a kevesebbszer, de egyre intenzívebb formában érkező esőt a talaj nem tudja elraktározni, a búza a fejlődése szempontjából kritikus időszakokban nem jut elegendő vízhez. Ennek megoldásában is segíthetnek a víztároló és öntöző rendszerek, amelyek alkalmazásával a búza számára megfelelő időpontokban, megfelelő mennyiségű vizet juttathatunk ki. A szárazság jobb minőségű terméshez vezet, azonban olyan mértékű a különbség az öntözött és öntözetlen körülmények között termesztett búza hozama között, hogy bár költséges az öntözőrendszerek alkalmazása, a termésthöbbllet és a nagyobb termésbiztonság miatt mégis megéri alkalmazni az aszály által veszélyeztetett területeken.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A búzatermesztés fontossága az emberiség számára megkérdőjelezhetetlen, a búzából készült liszt az emberi táplálkozás alapja, emellett haszonállataink takarmányozásában is fontos szerepet játszik. Magyarország éghajlata az elmúlt évszázadok során alkalmas volt a búza termesztésre, azonban a klímaváltozás következtében egyre növekszik az aszályos évek száma, a csapadék időbeli eloszlása egyre kedvezőtlenebb, a búza a fejlődése szempontjából kritikus időszakokban nem kapja meg a megfelelő mennyiségű csapadékot, ez hatással van terméshozamra és a búza minőségére is.

A 2022-es év egyike volt a valaha tapasztalt legaszályosabb éveknek az országban, különösen az alföldi területek maradtak hetekig csapadék nélkül. A jövőben egyre nőni fog a hasonlóan aszályos évek száma. Öntözés segítségével mérsékelhető lenne az aszálykár, azonban költséges beruházásról van szó és a támogatások ellenére még nem terjedt el megfelelő mértékben az ország területén.

Kutatásomban az öntözés és a különböző csapadékviszonyok hatását vizsgáltam őszi búzán. Hipotézisem az volt, hogy az öntözés és a csapadék mennyisége befolyásolja a búza termésátlagát és beltartalmi értékeit. Három kísérletben tanulmányoztam a termésátlagokat, a beltartalmi értékeket és a növények fejlődését. Az első kísérletben öntözött és öntözetlen területek eredményeit vetettem össze. Az öntözés és a fajta kivételével minden körülmény és időjárási tényező megegyezett a két területen. Az agrotechnika és a talajminőség azonos, a két fajta leírásában a várható terméshozama és beltartalmi értékei hasonlóak. A kapott eredmények alapján az öntözés pozitív hatással van a termésátlagra és negatív hatású a beltartalmi értékekre.

Második kísérletemben Aurelius fajta egy csapadékos és egy száraz területen termesztett állományát hasonlítottam össze. A csapadékosabb területen jelentősen nagyobb hozamot kaptunk, míg a beltartalmi értékek a szárazabb területen termesztett búza esetében lettek kedvezőbbek. Az állóképességre negatív hatást gyakorolt a nagyobb csapadékmennyiség, jelentős dőlés volt tapasztalható a csapadékosabb területen.

Harmadik kísérletben egy adott helyszínen két különböző csapadékviszonyokkal rendelkező tenyészidőszak eredményeit vizsgáltam, szintén Aurelius búzafajtán. Az eredmények az első két kísérlethez hasonlóak voltak. Az aszályos év a beltartalmi értékeknek, míg a csapadékosabb év a termésátlagnak kedvezett.

A kapott adatok értékelése után bebizonyosodott, hogy az öntözés és a csapadék mennyisége is jelentősen befolyásolja pozitív és negatív irányban a termés hozamokat és a beltartalmi értékeket.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek Mikó Péter Pál egyetemi docensnek, aki szakmai útmutatásával és támogatásával nagyban hozzájárult a dolgozatom elkészítéséhez. Köszöneti illeti Bánszki Bea precíziós gazdálkodást vezető mérnököt, aki adatok szolgáltatásával és tanácsaival segített a gyakorlati rész megvalósításában, valamint az Agrofil-SZMI Kft. dolgozóinak a minták vizsgálatában nyújtott segítségükért. Végül szeretnék köszönetet mondani a családomnak a támogatásért és a kísérletek értékelésében nyújtott segítségükért.

8. IRODALOM-JEGYZÉK

1. AHMED H., ZENG Y., SHAH A., YAR M., ULLAH A., ALI M. (2022): Conferring of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes using seedling indices (Original Research). *Frontiers*, 2022.07.22. <file:///C:/Users/zsoka/Desktop/fpls-13-961049.pdf> 2024.09.06.
2. AUGUSTYN A. (2024): Wheat. *Encyclopedia Britannica*, Food <https://www.britannica.com/topic/bulgur> 2024.08.10.
3. BARABÁS Z. (1987): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
4. BICSKEI K. (2010): A búzatermesztés rejtelsei. Nemzeti Szakképzési És Felnőttképzési Intézet, Budapest. 8.o. https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetenciak_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/20_2203_021_101030.pdf 2024.04.27.
5. BOCZ E. (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 212.o.
6. BOROS N., BORBÉLYNÉ VARGA M., GYŐRI Z. (2008): Extenzográf alkalmazása a lisztvizsgálatokban. *Agrártudományi közlemények*, 2008/32. <https://docplayer.hu/19469438-Extenzograf-alkalmazasa-a-lisztvizsgalatokban.html> 2024.07.10.
7. BAUDER J (1976): Wheat Irrigation. EM 3048, December, 1976, Washington State University Extension Service <https://waterquality.montana.edu/farm-ranch/irrigation/wheat/wheat-irrigation.html> 2024.07.10.
8. CHAICHI M., DADRASI A., NEHBANDANI A., SOLTANI E., NEMATİ A., SALMANİ F., HEYDARI M., YOUSEFI A. (2023): Global insight into understanding wheat yield and production through Agro-Ecological Zoning. *Scientific Reports*, 2023.09.23. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-43191-x> 2024.09.03.
9. DADRASI A., CHAICHI M., NEHBANDANI A., SHEIKHI A., NEMATİ A., SALMANİ (2023): Addressing food insecurity: An exploration of wheat production expansion. *PLoS One*, 2023.12.13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10718460/> 2024.09.03.
10. DAVID C., CELETTE F., ABECASSIS J., CARCEA M., DUBOIS D., FRIEDEL J., HELLOU G., JEUFFROY M., MADER P., THOMSEN I. (2012): Technological quality of organic wheat in Europe. AGTEC-Org project, Lyon https://orgprints.org/id/eprint/20852/1/AGTEC_technological_leaflet_April_12FV.pdf 2024.08.14.
11. EL-SHAFEI A., MATTAR M. (2022): Irrigation Scheduling and Production of Wheat with Different Water Quantities in Surface and Drip Irrigation: Field Experiments and Modelling Using CROPWAT and SALTMED. *Agronomy* 12.7. p. 2. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071488> 2024.04.27.

12. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2024): Wheat. *Land and Water* <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/wheat/en/> 2024.05.10.
13. GOCKLER L. (2017): Az öntözés helyzete és kilátásai hazánkban. *Agrár Élet Magazin*, 2017. november 27. <https://www.agrarelet.hu/az-ontozes-helyzete-es-kilatasai-hazankban/> 2024.01.23.
14. GÖNCZI K. (2020): Sok, búza, sok fehérje? Kis szerencsével ez a trükkje! *Mezőhír*, 2020.07.24. <https://mezohir.hu/2020/07/24/sok-buza-sok-feherje-kis-szerencsevel-ez-a-trukkje/> 2024.09.06.
15. GYŐRI Z. (2014): A búza minőségvizsgálatának műszerei. *Agrárium*7, 2014.05.10. <https://agrarium7.hu/cikkek/125-a-buza-minosegvizsgalatanak-muszerei> 2024.07.10.
16. HAJDÚ J. (2020): Lineár és körforgó öntözőberendezések. *Mezőgazdasági technika*, 61./12. https://adt.arcanum.com/hu/view/MezogazdasagiTechnika_2020/?pg=594&layout=s 2024.04.25.
17. HAJDÚ J. (2015): Vízpótlás esőztető öntözőberendezésekkel. *Magyar Mezőgazdaság*, 2015. július <https://magyarmezogazdasag.hu/2015/07/03/vizpotlas-esozteto-ontozoberendezesekkel/> 2024.04.25.
18. HELYES L. (2005): Az öntözés jelentősége. *Gazdálkodás*, 49.évfolyam 5.szám
19. HIRSZ D. (2023): Climate change and the future of wheat production. *University Of Leeds*, 2023. október 16. <https://climate.leeds.ac.uk/climate-change-and-the-future-of-wheat-production/> 2024.03.20.
20. IVÁNY K., KISMÁNYOKY T., RAGASITS I. (1994): Növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
21. JASKULSKA I., JASKULSKI D., GALEZEWSKI L., KNAPOWSKI T., KOZERA W., WACLAWOWICZ R. (2018): Mineral Composition and Baking Value of the Winter Wheat Grain under Varied Environmental and Agronomic Conditions. *Journal of Chemistry Volume 2018, Issue 1* <https://doi.org/10.1155/2018/5013825> 2024.09.03.
22. KAINI S., HARRISON M., GARDNER T., NEPAL S., SHARMA A. (2022): The Impacts of Climate Change on the Irrigation Water Demand, Grain Yield, and Biomass Yield of Wheat Crop in Nepal. *Water*, 14.17. p. 2728. <https://doi.org/10.3390/w14172728> 2024.04.27.
23. KEMÉNY G., LÁMFALUSI I., MOLNÁR A. (2018): Az öntözhetőség természeti-gazdasági korlátainak hatása az öntözhető területekre. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest
24. KSH: 19.1.2.4. A búza termelése vármegye és régió szerint https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0071.html 2024.01.07.

25. LEVY A. A., FELDMAN M. (2022): Evolution and origin of bread wheat. *The Plant Cell*, 34. 7. p. 2561. <https://academic.oup.com/plcell/article/34/7/2549/6580211?login=false> 2024.01.23.
26. LIGETVÁRI F. (2008): Öntözés. Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Gödöllő
27. LINDSAY (2013): Increasing wheat yields through efficient irrigation solutions. Lindsay, Omaha https://www.lindsay.com/uploads/files/sections/1103-Zimmatic_bro_wheat_0913.pdf 2024.04.27.
28. MAGDA S., MARSELEK S. (2000): Növénytermesztés. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
29. MAGYARORSZÁG KORMÁNYA (2022): Az aszály ellenére is fedezi a búzatermés a belföldi szükségletet. 2022. július 8. <https://kormany.hu/hirek/az-aszaly-ellenere-is-fedezi-a-buzatermes-a-belfoldi-szuksegetet> 2024.01.07.
30. MOLDEN D., OWEIS T., STEDUTO P., BINDRABAN P., HANJRA A. M., KIJNE J. (2010): Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural Water Management* 97. 4., April 2010, P. 528-535 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377409000912?via%3Dihub> 2024.01.24.
31. NACSA KÁLMÁN (2003): Adatok Nagymágocs (DS 55, 56, 65, 66) és környéke malakofaunájához. *Malakológiai tájékoztató*, Nagymágocs. 21: 83–92 https://real.mtak.hu/140523/1/11_NAGYMAGOCS.PDF 2024.07.30.
32. OMSZ.MET.HU (2024): 2024 tavaszának időjárása https://omsz.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_visszatekinto/elmult_ev_szakok_idojarasa/main.php?ful=4 2024.07.24.
33. SALLAM A., ALQUADAH A., DAWOOD M., BAENZIGER P., BÖRNER A. (2019): Drought Stress Tolerance in Wheat and Barley: Advances in Physiology, Breeding and Genetics Research. *National Library of Medicine*, 2019.07.20. [10.3390/ijms20133137](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3133137/) 2024.09.05.
34. SHEWRY P. R., HEY S. J. (2015): The contribution of wheat to human diet and health. *Food and Energy Security* 4. 3., p.178-202 <https://doi.org/10.1002/fes3.64> 2024.03.20.
35. SHEWRY P. R. (2009): Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60. 6. 1537-1538.
36. SIPOS P., UNGAI D. (2011): Gabonavizsgálati módszerek és eszközök. *Agrárágazat* 2011. március 7. <https://agraragazat.hu/hir/gabonavizsgalati-modszerek-es-eszkozok/> 2024.01.23.
37. ŠRAMKOVÁ Z., GREGOVÁ E, ŠTURDÍK E. (2009): Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca*, Vol.2, No.1, 2009, 115 – 138 https://www.researchgate.net/publication/292395561_Chemical_composition_and_nutritional_quality_of_wheat_grain 2024.01.23.

38. SZABÓ A. (2021): Szélsőséges csapadékeloszlás felé tolja el a világot a felmelegedés az IPCC szerint. *Másfelfok*, 2021.október 26. <https://masfelfok.hu/2021/10/26/szelsoseges-csapadekelozlas-aszaly-arviz-globalis-felmelegedes-ipcc/> 2024.04.27.
39. SZIGETHY-A. N. (2023): Gabonatermelés itthon és külföldön. *OecoGlobus* 2023.február 8. <https://www.oeconomus.hu/oecoglobus/gabona-termeles-itthon-es-kulfoldon/> 2024.01.07.
40. SZENTES.HU (2024): Talajadottságok <https://www.szentes.hu/mult/termeszeti-adottsag/talajadottsagok/> 2024.08.28.
41. PETRASOVITS I., BALOGH J. (1975): Növénytermesztés és vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
42. RADICS L. (1994): Szántóföldi növénytermesztéstan. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kertészeti Kar, Budapest
43. RAM S., NARWAL S., GUPTA O., PANDEY V., GUPTA R., SINGH G. (2018): Laboratory Manual on Methodologies for Evaluation of Wheat Quality. ICAR-Indian Institute of Wheat & Barley Research , Haryana <https://iiwbr.org.in/wp-content/uploads/2024/01/Laboratory-Manual-Methodologies-for-Evaluation-of-Wheat-Quality.pdf> 2024.09.05.
44. VERHEYE W. (2010): Soils, plant growth and crop production – Volume I. 2010 EOLSS Publishers Co. Ltd., UK. p.299.
45. WISNER R. (2003): Market Risks of Genetically Modified Wheat. Iowa State University, Iowa
46. YONTS C. D. (2002): Producing irrigated winter wheat. *NebGuide*, June 2022 <https://webarchive.library.unt.edu/eot2008/20090115200844/http://www.ianrpubs.unl.edu/epublic/live/g1455/build/g1455.pdf> 2024.05.10.
47. ZENG R., LIN X., WELCH S., YANG S., HUANG N., SASSENATH G., YAO F. (2023): Impact of water deficit and irrigation management on winter wheat yield in China. *Agricultural Water Management* Volume 287, September 2023 <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108431> 2024.04.27.

Egyéb irodalom:

http1:<https://kormany.hu/hirek/az-aszaly-ellenere-is-fedezi-a-buzatermes-a-belfoldi-szuksegletet>

9. ÁBRÁK JEGYZÉKE

Sorszám	Cím	Oldal
1.	A búza termelési eloszlása régióként 2022-ben	5.
2.	A legnagyobb mennyiségben előállított áruk 2022-ben, Magyarország	7.
3.	Nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszályszint 2024. augusztus	11.
4.	Megöntözött terület nagysága megyei bontásban, 2022	12.
5.	mezőgazdasági víztározó	13.
6.	Öntözött búza területe 2023 -ban (ha)	14.
7.	Öntözetlen búza területe 2023-ban (ha)	15.
8.	A megöntözött területek és a kiöntött víz mennyiségének megoszlása az öntözővíz kiadagolásának módja szerint, 2022	17.
9., 10.	Valley center pivot öntöző	18.
11.	Lászlótelek nevű tábla műholdképe	20.
12.	37-es nevű tábla műholdképe	21.
13.,14.	A Lászlótelek tábla kelés után	23.
15.	2023/2024 tenyészidőszak csapadékmennyisége havi bontásban	24.
16.	A kutatás két helyszíne	25.
17.	Nádudvar elhelyezkedése az országtérképen	26.
18.	A mérésekhez felhasznált esésszámmérő és MININFRA	33.
19.	Az öntözött és az öntözetlen területen mért termésátlagok	34.
20.	Öntözés hatása a növény növekedési ütemére (cm)	35.
21.	Fehérjetartalom összehasonlítása	36.
22.	Hektolitersúly összehasonlítása	37.
23.	Sikértartalom összehasonlítása	37.
24.	Zeleny-index összehasonlítása	38.
25.	Esésszám összehasonlítása	38.
26.	Kalászsok méretének összehasonlítása	39.
27.	Búzaszemek összehasonlítása	40.

10. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

Sorszám	Cím	Oldal
1.	Búzatermesztés területi egységenként, 2024	6.
2.	A búzaszem fő alkotói	9.
3.	Talajvizsgálati eredmények	21.
4.	Csapadékmennyiség 2023. szeptember-december	22.
5.	Csapadékmennyiség 2024. január-július Nagymágocs	23.
6.	2023/2024 tenyészidőszak hőmérsékleti értékei	24.
7.	Talajadatok	26.
8.	Csapadékmennyiségek 2022. október-2023. június	27.
9.	2021/2022 csapadékmennyiségek (Karcag)	28.
10.	2023/2024 csapadékmennyiségek (Karcag)	28.
11.	Agrotechnika és a felhasznált géppark az öntözéses kísérlet során	29.
12.	Agrotechnika	30.
13.	Felhasznált víz havi bontásban (mm/ha)	31.
14.	Növénymagasságok március végétől aratásig	35.
15.	Beltartalmi értékek	36.
16.	Szemek száma a kalászkákban (4-4 alminta)	39.
17.	Nádudvar: termésátlag és beltartalmi értékek	40.
18.	Aurelius fajta eredményei 2023-ban két különböző helyszínen (4-4 parcella)	41.

11. HALLGATÓI NYILATKOZAT

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Nagy Zsóka
A Hallgató Neptun kódja: J1TREY
A dolgozat címe: A különböző csapadékviszonyok és az öntözés hatása az őszi búza fejlődésére, termésmennyiségére és -minőségére
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Növénytermesztési Tudományok Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agronómia tanszék

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

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

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

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

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

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

Kelt: Gödöllő, 2024. október 24.


Hallgató aláírása

12. KONZULENSI NYILATKOZAT

NYILATKOZAT

Nagy Zsóka (hallgató Neptun azonosítója: J1TREY) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2024. október 16.



belső konzulens