



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

2021. november 24.

A BÚZA (*Triticum aestivum* L.) SZÁRAZSÁGTŰRÉSÉNEK VIZSGÁLATA TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETBEN

**Examination of drought tolerance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)
in raisevassel research**

Készítette: Kepenyés Zoltán, IT52TV
Vidékfejlesztési agrármérnök BSc.
Levelező tagozat
Szarvas

Témavezető: Dr. Futó Zoltán, tanszékvezető, egyetemi docens,
MATE, Környezettudományi Intézet,
Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék

**Szarvas
2021.**

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	4
1. Irodalmi áttekintés	6
1.1. Az őszi búza származása, jelentősége.....	6
1.2. A búza ökológiai igényei.....	7
1.2.1. Az őszi búza talajigénye	7
1.2.2. A búza éghajlatigénye.....	8
1.3. Az őszi búza agrotechnikája.....	9
1.3.1. Elővetemény igénye.....	9
1.3.2. Vetés előtti talajelőkészítés.....	10
1.3.3. A búza vetése	10
1.3.4. Az őszi búza tápanyagellátása	11
1.3.5. Az őszi búza növényvédelme.....	12
1.3.6. Az őszi búza betakarítása.....	14
1.3.7. Az őszi búza öntözése.....	14
1.4. A búza szárazság- és sótürése	16
1.5. A búza minősége.....	18
1.6. A fajta és a fajtaválaszték	20
2. Anyag és módszer.....	22
2.1. A kísérlet körülményeinek bemutatása.....	22
2.2. A kísérlethez használt talaj jellemzése	23
2.3. A vizsgált búzafajták.....	24
2.4. A kezelések bemutatása	24
2.5. A mérésekhez alkalmazott módszerek és használt műszerek	26
2.5.1. Talajnedvesség, sótartalom és hőmérséklet mérése.....	26
2.5.2. A növényi biomassa és összetevőinek vizsgálata	26
2.5.3. A szemtermés beltartalmi mutatóinak mérése	28
2.5.4. Adatok feldolgozásának módszere	28
3. Eredmények és értékelésük	29
3.1. A szárazságtűrési kísérlet eredményei	29
3.1.1. A különböző vízádagok hatása a talaj nedvességtartalmára, hőmérsékletére.....	29

3.1.2. A különböző vízadagok hatása a biomassza mennyiségére.....	31
3.1.3. A különböző vízadagok hatása a búza beltartalmi mutatóira	32
3.2. A sóútírási kísérlet eredményei.....	34
3.2.1. A sókezelések hatása a talaj nedvesség- és sótartalmára, hőmérsékletére.....	34
3.2.2. A sókezelések hatása a biomassza mennyiségére	37
3.2.3. A sókezelések hatása a búzafajták beltartalmi mutatóira	39
4. Következtetések, javaslatok	43
Összefoglalás	44
Irodalomjegyzék	46
Köszönetnyilvánítás.....	49

BEVEZETÉS

A búza mezőgazdasági jelentőségét mutatja, hogy ez a növény a világ egyik legelterjedtebb gabonaféléje. A népelelmezésben betöltött jelentős szerepe meginghathatlan, a növényi élelmiszerek közül csak a rizs tudja megközelíteni, mint növényi táplálék.

Ahogy a világon is sok helyen, úgy Magyarországon is az őszi búza az a növénykultúra, ami előkelő szerepet tölt be mind a vetésterület nagysága, mind a humán táplálkozás vonatkozásában. Emberi élelemként történő felhasználása mellett, takarmány és ipari nyersanyagként is hasznosítjuk, nem beszélve arról, hogy mellékterméke is értéket képvisel. Az őszi búza jó ökológiai adaptációs képességei következtében szinte az ország egész területén termesztethető, a hazai vetésszerkezetbe kiválóan beleillik, sőt manapság inkább már kikerülhetetlennek tekinthetjük.

Eme évezredes múltra visszatekintő növényünk már a magyarság kultúrájába is gyökeresen beleivódott. Hazánkban is egyféle kultusz alakult ki köréje. Gondoljunk csak a számos településen tartott aratónapokra, vagy a 2011 óta létező Magyarok kenyere – 15 millió búzaszem programjára, nem beszélve az augusztus 20-ai Új kenyér ünnepéről.

A honi búza vetésterülete az elmúlt években 1 millió hektár körül mozgott, ami a hazai szántó egynegyedét jelenti. 2021-re ez a szám 855 ezerre zsugorodott, de így is a kukorica után következik. Az évek során történő technológiai fejlődés következtében a termésátlagok növekedése volt tetten érhető. Az 1960-as évekig az országos hozam 2 tonna alatt volt, ami az 1980-as évek végére elérte az 5 tonnát. 1990 után csökkenés tapasztalható, amit a 2000-es évek ingadozó terméseredményei követnek. 2013-as évtől pedig ismét növekedésnek indult a terméshozam mennyisége. Az utóbbi években tehát a magyar eredmények 5-5,5 t/ha között mozogtak ([http1](#), [http2](#)).

Napjaink búzatermesztési lehetőségeit figyelembe véve azt állapíthatjuk meg, hogy a hazai gabona vertikum két fontosabb kihívás elé áll. Egyfelől a gazdálkodóknak el kell dönteni, hogy a bel- és külföldi piacra olcsón akar előállítani nagy termésmennyiséget minimális minőségi paraméterekkel, vagy extra és differenciált minőséget termel átlagos hozammennyiséggel (Pepó 2010).

Másfelől viszont az ökológiai feltételek nagyban képesek befolyásolni az éves termést. A különböző stresszfaktorok, mint a szárazság-, a hő-, és a sóstressz jelentős negatív hatással lehet a növényre. A globális klímaváltozás következtében gyakoribbak a szélsőséges évjáratok,

az extrém időjárási körülmények miatt a növények egyre többször, egyre több időn keresztül kénytelenek a különböző stresszhatások (csapadékhiány, magas hőmérséklet) elviselésére.

Az OMSZ adatok jól mutatják a klímaváltozás tendenciáit. 1980 óta szembetűnően megnöttek az extrém meleg időjárási helyzetek. A meleg hőmérséklettel kapcsolatos szélsőségek növekedésével szemben, a hideg hőmérsékletű helyzetek csökkenése tapasztalható. A hőhullámos napok növekedésére kell továbbá készülni a közép-magyarországi, és délföldi régióban. 1980-as évektől napjainkig csaknem 2 fokot emelkedett a nyári középhőmérséklet, ami rendkívül aggasztó, még hazai viszonylatban is (<http3>).

A hőmérséklet emelkedésén kívül a klímaváltozás következtében a csapadék mennyiségének csökkenésével, valamint a csapadék eloszlásának változásával kell számolnunk. A jövőben aszályos időszakok számának további emelkedésére kell felkészülnünk. Ez nem csak a nyári csapadékhiányos időszakokra, hanem a téli és főként a tavaszi csapadékmennyiség kisebb volumenére is vonatkozik. Tehát ahogy az átlaghőmérséklet is igen nagy ütemben emelkedett az 1980-as évektől, úgy a súlyos aszályok száma is nagymértékben megsaporodott.

Napjainkban egyre többször feltett kérdés, hogy érdemes-e a búzát öntözni. A régi vélekedések szerint nem hálálja meg, de azért vetőmag termesztésnél ajánlott. Azonban a globális változások következtében el kell gondolkodnunk azon, hogy az aszályos időszakokban legalább a terméshozadék kiküszöbölése érdekében megtegyük-e ezt a lépést.

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézet Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszékén több éve folytatnak szárazság- és sótűrési kísérleteket. Édesanyám a tanszék dolgozója, ő is részt vett ezekben a kutatási témákban. Több alkalommal elkísértem, amikor az ápolási munkákat, és az adatok felvételezését végezte. Felkeltette az érdeklődésemet, és mivel a tanulmányaimhoz szorosan illeszkedik a téma (Vízgazdálkodási szakirány), lehetőséget kaptam 2020 őszén, hogy becsatlakozzam az őszi búzafajtákkal végzett szárazság- és sótűrési kísérletbe. A vizsgálatainkat három különböző búzafajtán, három eltérő nedvességszinten, vizes és sós körülmények között végeztük. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a növény vegetatív és generatív fejlődésében milyen mérhető változások jöhetnek létre a stresszfaktorok következtében. A három vizsgált búzafajta terméskeletkezése között a stresszhatások eredményeképpen tapasztalható e minőségi és/vagy mennyiségi eltérés, kimutatható e számottevő különbség. Dolgozatomban célja, hogy az így kapott eredményeket kiértékeljem és bemutassam.

1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. Az őszi búza származása, jelentősége

A búzát mintegy 10-12 ezer évvel ezelőtt kezdték el termesztani. Termesztésbe vételét minden bizonnyal elősegítette a búzafajok sokfélesége, produktivitása, igénytelensége, alkalmazkodó képessége. Kialakulásának területe az un. „termékeny félhold”, a mai Közel-Kelet területe lehetett. Még a történelmi időkben innen három irányú volt az elterjedése. Nyugat felé az európai kontinensen, kelet felé Ázsiában, dél felé pedig Észak-Afrikában és a mai Etiópia területén terjedt el és kezdték egyre szélesebb körben termesztani a legegyszerűbb búzafajokat (Tr. monococcum, Tr. dicoccum, Tr. spelta). A sokkal nagyobb produktivitású Tr. aestivum és Tr. durum termesztése csak jóval később kezdődött (Pepó és Sárvári 2011).

A búza kultúrába vételének, vagyis a tudatos termesztésének kezdeti időpontjáról és helyéről semmi biztosat nem tudunk. Valószínű, hogy egymástól függetlenül több helyen kezdték meg termesztését. A legrégebb, mintegy 4000 éves írásos és képzőművészeti emlékek Egyiptomból és Kínából származnak. Ezek azonban már fejlett búzatermesztésre utalnak. A kultúrába vétel tehát jóval régebben kezdődött (Lelley és Mándy 1963).

A világon a búza a legnagyobb területen termesztett szántóföldi növényünk. Jelenleg közel 100 országban termesztik, amelyek elsősorban a mérsékelt éghajlati övben (óceáni, kontinentális, mediterrán) helyezkednek el. Jó alkalmazkodó képességét mutatja, hogy termesztése folyik a szubarktikus, szubtrópusi, arid, félsivatagi és sivatagi területeken egyaránt. Termesztése csak az arktikus és trópusi területeken nem lehetséges (Pepó és Sárvári 2011).

Ennek egyik oka, hogy az állandóan nedves és forró éghajlathoz a növény kevésbé tud alkalmazkodni, mivel ilyen körülmények között a növényi betegségek sok nehézséget okoznak, és nehéz a termést kiváló minőségben betakarítani és tárolni.

Széles körű adaptációja következtében a búzát olyan különböző földrajzi szélességeken termesztik, hogy az év mindegyik hónapjában folyik az aratása. Megtalálható az egyenlítő közelétől az északi szélesség 60. és a déli szélesség 40. fokáig (Magyar 1986).

Termesztésének határait a fotoperiódus és a hőmérsékleti viszonyok határozzák meg. Szibériában az 55°, míg a skandináv államokban – a Golf-áram mentén – a 68° szélességi körig termesztethető. Dél felé a hőség és a vízhiány mértéke szab határt termesztésének.

Hazánkban, mint a mérsékelt égöv középső övezetében általában, az őszi típusok terjedtek el. Északon – a zord tél, rövid nyarú Szibériában és Kanadában – a tavaszi búzák termesztése a

sikeres. Délen a tavaszi, illetve a járó típusok dominálnak (pl. Olaszország, Franciaország) (Bocz 1992).

A búza nagy népszerűségének az az oka, hogy jó egyensúlyban van szénhidrát- és fehérjetartalma, teljes gépesítettséggel gazdaságosan termeszthető, hosszú időn keresztül jól tárolható, akár öröletlen szemek, akár liszt formájában, a legkülönbözőbb éghajlaton termeszthető szerte a világban (Shaw 1955).

A búza termesztésének a célja mindmáig az emberi táplálkozási igények kielégítése. Magyarországon a búza zömét belföldi élelmezési céllal termesztyük. Ezen túl azonban jelentős mennyiségben termelünk exportra is. Az emberi táplálkozás mellett jelentős mennyiséget tesz ki az állati takarmányozás, illetve a takarmány-feldolgozóipari felhasználás. Növekvő szerepe van a búza közvetlen ipari felhasználásának is (Antal 2005).

Pepó és Sárvári (2011) szerint, a búzát mintegy 220 millió ha-on termesztyik, az összes termése ~680 millió tonna, amelyből ~120 millió tonna kerül a világpiacra. A világon a búza legnagyobb termesztyői az Európai Unió, India, Kína, Oroszország, de jelentős egyéb országok (Kanada, Ausztrália, Argentína, Ukrajna stb.) termelése is.

KSH (<http4>) adatokat vizsgálva hazánkban közel 1 millió hektáron termesztenek búzát melynek átlagos terméseredménye a 2020-as évben 5,4 t/ha körül alakult. A búza betakarított termésmennyisége az összes gabonatermés 33%-át tette ki.

1.2. A búza ökológiai igényei

1.2.1. Az őszi búza talajigénye

A búza nagymértékű elterjedéséből adódóan, változatos talajtípusokhoz adaptálható. Magyarországot tekintve, az ország valamennyi talajába vethető. legjobb talajai a középkötött mezősegi és középkötött erdőtalajok. Ugyancsak megfelelőek a búza számára a belvizektől mentes és jó vízháztartású réti talajok. Mérsékeltebben felel meg termesztésének a javított szikes, a jó kultúrállapotú humuszos és a gyengén humuszos homok- és laza erdőtalaj. Kedvezőtlenebbek az erodált, a sekély termőrétegű, a lejtős és erodált, valamint a köves-kavicsos talajok (Antal 2005).

Magyarország egész területe alkalmas búzatermesztésre. A legnagyobb vetésterületi arányokkal az alföldi (Nagy-alföld, Kisalföld) és hozzá kapcsolódó területeken találkozhatunk. A búza kedvezőbb, nagyobb termésátlagai a dunántúli megyékre (Baranya, Tolna, Fejér)

jellemző részben a kedvezőbb időjárási feltételeknek, részben a magasabb színvonalú termesztéstechnológiának köszönhetően (Pepó és Sárvári 2011).

1.2.2. A búza éghajlatigénye

A búza hosszúnappalos növény, fejlődéséhez ezért nem közömbös a megvilágítás időtartalma. A vegetatív szakaszból a generatív szakaszba való áttéréshez a fajtától függően meghatározott napi megvilágítás szükséges (Lelley és Mándy 1963).

Az őszi búza jarovizációjához alacsonyabb hőmérséklet és hosszabb idő szükséges, mint tavaszi társához. Az őszi búza rövid-hosszú-nappalos növény, mert fejlődésének kezdetén rövid, fejlődésük későbbi részében pedig hosszú nappalos megvilágítást igényel. Így az őszi búza ősszel elvetve természetes körülmények között esik át a jarovizációs szakaszon, és az azt követő tavasszal pedig a fényszakaszon is.

A búza kontinentális éghajlatot kedvelő növény. Hazánkban is ilyen jellegű klíma található, amely kedvez a minőségi búza termesztésének. Az őszi búza -20 és + 40 °C közötti hőmérséklet-tartományban biztonságban megél, a hideg telet hótakaró alatt könnyebben átvészeli. Azonban a 90 napnál hosszabb borítás már károsan érintheti. A csírázástól kezdve a búza 3-4 °C-on már fejlődni képes. A hasznos hőösszeg igénye 2000-2200 °C körül alakul. Tenyészideje 260-280 nap. A búza mérsékelt vízigényű növény. Csapadékigénye szerény, minimálisan 300-350 mm, viszont az optimális fejlődéshez 500-600 mm-re van szüksége. A csapadék mennyiségénél ellenben fontosabbnak tekinthetjük annak arányos eloszlását (Antal 2005).

A száraz ősz negatívan befolyásolja a kezdeti fejlődést, továbbá egyenlőtlen kelést idéz elő. A száraz tavasz és a csapadékszegény május a termés csökkenését vonja maga után. Az összes vízfogyasztásának 8%-a kelés során, 28%-a bokrosodás alatt, 33%-a szárbaindulás idején, 5%-a kalászosítás időszakában, 3%-a virágzás idején, valamint a szemfejlődés utolsó időszakában az összes víz 23%-át fogyasztja el. Vagyis az összes víz közel 60%-át ápr. 10- és máj. 10 között a bokrosodás és szárbaindulás idején használja fel. (Bocz 1992).

Számtalan kutató bebizonyította, hogy a termesztési tényezők közül a vízellátásnak van a legnagyobb szerepe. A termelési kockázatok között a víz rendkívüli hiánya, avagy bősége az egyik legfontosabb paraméter (Szász 2000).

A búza legvízigényesebb időszaka a szárba szökéstől a szemképződésig tart. Ha ilyenkor vízhiány van, akkor fejlődése lelassul, a megtermékenyülés romlik, ami termés csökkenést okoz (Barabás 1987).

Bocz (1976) kiemeli, hogy a búza tápanyagfelhasználását nemcsak a víz hiánya, de a többlete is csökkentheti. Ezért szükséges a szakszerű öntözési rend kidolgozása és betartása.

Ruzsányi (2000) rámutatott, hogy a hidrometeorológiai szélsőségek a búza termésének stabilitására igen nagy hatással van. Kutatása alapján a stabilitás növekedését az átlagos évjárat biztosítja. Száraz évjárat esetében közepes stabilitás mutatható ki, csapadékos évjáratban pedig gyenge stabilitás várható. Az eredményét azzal indokolja, hogy száraz évjáratban a légköri aszály a növény egyedfejlődésének kritikus fenofázisát legtöbbször elkerüli. Csapadékos évjáratban pedig nagymértékű a gombafertőzés, az ellene irányuló védekezés pedig vagy megkésik, vagy elmarad.

1.3. Az őszi búza agrotechnikája

1.3.1. Elővetemény igénye

Az évek során felhalmozódott kutatások alapján megállapítható, hogy az őszi búza előveteménnyel kapcsolatban közös konszenzus alakult ki. Ez azt jelenti, hogy a búza, ugyan úgy, mint más növények esetében megkülönböztethetünk jó, közepes és rossz előveteményt.

Jó elővetemény a búza számára a hüvelyes növények, kivéve a szóját. Az őszi és tavaszi keveréktakarmányok. A korán lekerülő nem pillangós növények (len, repce, mák, korai burgonya), valamint az első kaszálás után feltört évelő pillangós növények (lucerna, vöröshere). Vagyis igaz a megállapítás, miszerint a korán lekerülő, a talaj víz- és tápanyagkészletét nem kizsaroló növények adják a legjobb előveteményt, melyek gyommentesen adják vissza a talajt.

Közepes előveteménynek számít a korai kapások, a csalamádé, a kender, valamint a kalászos gabonák. Rossz elővetemény pedig a búza számára a későn betakarított növény (kései kukorica, szudáni cirokfű, cukorrépa), továbbá elmondható, hogy a kalászos gabonák, mert a gyomok, betegségek, kártevők elszaporodásának nagyobb a veszélye.

Az elővetemény fontosságát mutatja Lesznyák (1997) kísérlete, melynek eredménye szerint a borsó elővetemény 2,5 t/ha-os termésnövekedést okozott a kedvezőtlenebb kukorica előveteményhez viszonyítva. Pepó (2009) szerint az esetek 60-70 % -ában a búza átlagosnál rosszabb elővetemény (önmaga, napraforgó, kukorica) után kerül, és csupán 10-15 %-ban jut jó előveteményhez.

1.3.2. Vetés előtti talajelőkészítés

Alapozó talajmunkákra nem kimondottan igényes. Sem a korán, sem a későn lekerülő elővetemény után nem szükséges a mélyművelés, de a magány minősége annál fontosabb szempont. A talajelőkészítés feladatai közé tartozik a sekély tarlókántás és lezárás, a kántott tarló ápolása és elmunkálása, valamint a kombinátoros magágykészítés. Az őszi búza keléséhez aprómorzsás, ülepedett, gyomtalan és megfelelően nyirkos magágy szükséges.

Ragasits (1998) véleménye szerint „az elvárható búzatermésnek egyik alapvető feltétele, hogy az elvetett búzaszem jó minőségű magányba kerüljön. A beérett, jó minőségű magágy elősegíti a gyors, egyöntetű kelést, a megfelelő kezdeti fejlődést”.

A talaj tömörödöttségére kevésbé érzékeny búzánál is kimutatható a talajállapot romlásából adódó terméseszkkenés. Egy tárcsatalp-tömörödés, különösen száraz évjáratban a nedvességforgalmat negatívan befolyásolja, aminek terméseszkkentő hatása van. A talaj kedvező állapotának fenntartása tehát elengedhetetlen, a szerkezetpusztulás elkerülése érdekében, csökkenteni kell a talaj terhelését, bolygatását és kerülni kell a mélyművelésre okot adó körülmények létrejöttét (Birkás et al. 2001).

1.3.3. A búza vetése

Láng (1966) útmutatása alapján, a búza vetési idejét úgy kell meghatározni, hogy a növény még a tél beállta előtt kellőképpen megerősödhessen. Az ősszel megerősödött búza fejlődése tavasszal intenzívebb, a tél folyamán felhalmozott nedvességet jobban hasznosítja. A későn vetett, kevésbé fejlett búza nagy valószínűséggel nem fog jó termést eredményezni.

A kutatók véleménye szerint az optimális időszak szeptember vége és október hónap második-harmadik dekádjá közé esik, de a megfelelő időpont fajtánként változhat. A túl kései vetés gyengén megy a télbe, a túl korai vetés terméseszkkenését gyakran a kórokozók, a kártevők és a gyomok túlzott elszaporodása okozhatja.

Bocz (1992) megállapításait alapul véve, az egészséges növényállomány feltétele a megfelelő minőségű vetőmag. Egy jó termés eléréséhez 800-850 kalász/m² állomány elérése szükséges. Ez az eredmény kb. 4,8-6,2 millió/ha csíraszám elvetésével elérhető.

A vetés mélysége szintén terméshozam befolyásoló tényező. A vetési mélység 3-7 cm közé tehető, de az optimális mélység eltérő lehet. Meleg, száraz ősszel kissé mélyebben, míg nedves, hűvös őszön sekélyebben kell vetni. Ezen felül a talaj fajtája is befolyásoló tényező lehet (laza vagy kötött). A sortávolságot tekintve a távolságok 12-15,2 cm közé esnek. A 12cm

„gabonaszor-távolság” tekinthető optimumnak, de egyes vetőgépek sor-távolsága akár 15,2 cm-re is növekedhet. Az így kialakult vetőmagnorma az említettek alapján 200-266 kg/ha-os tartományban mozog.

1.3.4. Az őszi búza tápanyagellátása

A fenntartható gazdálkodás alapfeltétele a talajok termékenységének megőrzése a környezet felesleges terhelése nélkül. Tehát a gazdálkodás egyfelől gazdaságos legyen úgy, hogy közben környezet-kímélő is, vagyis, hogy alkalmazkodjon az ökológiai és ökonómiai viszonyokhoz.

A búzának 1 tonna szemterméssel és a hozzá tartozó mellékterméssel felvett tápanyagmennyisége a talajból a következő:

nitrogén (N) – 27 kg	foszfor (P_2O_5) – 11 kg	kálium (K_2O) – 18 kg
kalcium (CaO) – 6 kg	magnézium (MgO) – 2 kg	

A makroelemek kijuttatása a talaj tápanyagszolgáltató képességét és annak javítását szolgálja. A kijuttatás lehetőség szerint a vetést megelőzően történjen, mivel sokkal szakszerűbb és környezetkímélőbb, mint az utólagos tápanyag-visszapótlás. A makroelemek közül a N adagolása eltér a többi elemtől, mivel nem juttatható ki előre, egy adagban. A nitrogént mindig a talaj és a növény igényeihez kell igazítani, szükség szerint több részletben alap és fejtrágyaként. A foszfor és kálium műtrágya kiszórható a magágy készítés előtt, valamint a nyáron betakarított elővetemény után a tarlóápolás alkalmával (Antal 2005).

Loch (2000) statisztikai adatokat vizsgálva bemutatta, hogy a magyarországi műtrágya felhasználás 1960 és 1990 közötti növekvő és csökkenő felhasználási tendenciák jól kimutathatóak az országos termésátlagok alakulásában. A legnagyobb terméseredmények a magas műtrágya felhasználás időszakaiban, míg a rosszabbak a csökkent felhasználási időszakban érhetőek tetten.

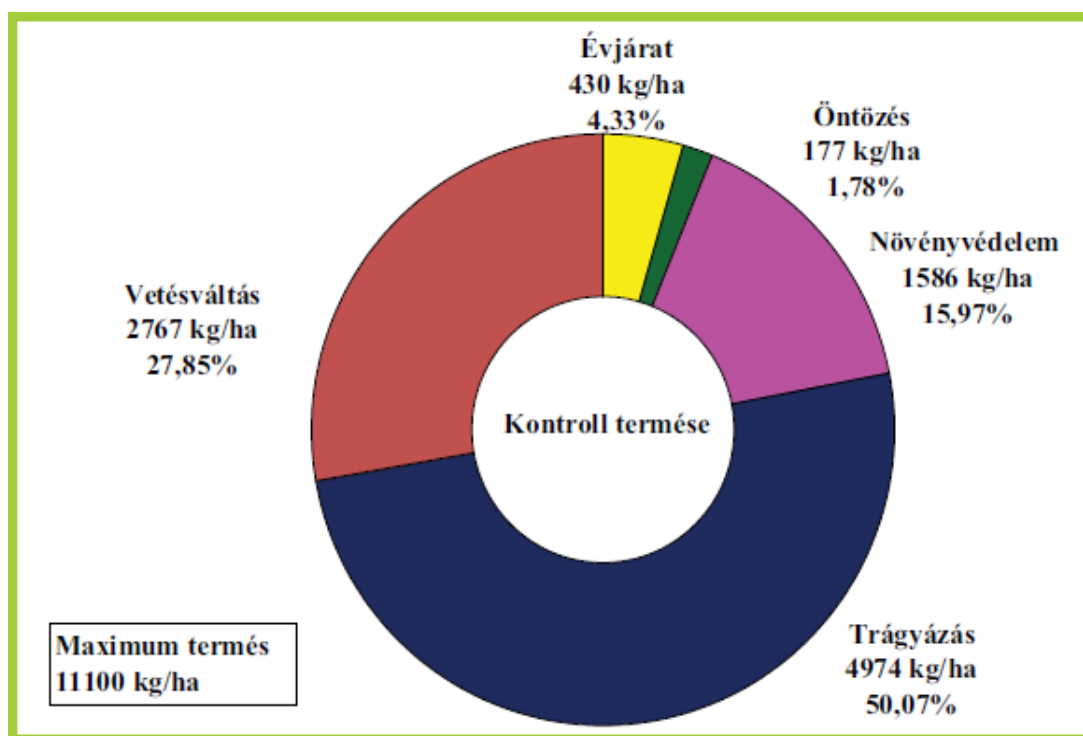
Márton (2002) tartamkísérlete megmutatta, hogy a búza szemterméstömege a trágyázástól függően 3,7 és 7,2 t/ha között változott, valamint 17 %-os terméstömeg növekedés volt elérhető kiegészítő magnézium kijuttatásával az NPK- tápanyagellátáshoz viszonyítva. Továbbá ugyanitt kimutatták, hogy a trágyázás hatására a természetes esővíz átlagosan 46 %-kal jobban hasznosul, mint trágyázatlan területeken.

Az őszi búza trágyázásánál törekednünk kell a makro-, mezo- és mikroelemek kijuttatásával történő harmonikus tápanyagellátásról, mely nagyban hozzájárul az elérni kívánt

terméseredmény elérését. Amennyiben a megfelelő tápanyagok mennyisége, aránya vagy felvehető módozata nincsenek jelen a növény adott fenofázisában, akkor a növény fejlődésében zavar támad, a tápanyaghiány gátolja a vegetatív és generatív fejlődést, ezáltal a termésképződést (Jolánkai és Márton 2001).

Pepó (2014a) összefoglalása szerint az őszi búza a gabonanövények közül a legjobban reagál a tápanyagellátásra, a trágyázásra. A trágyázás a termesztéstechnológiában olyan kritikus elem, amelynek hatása direkt és indirekt módon valamennyi termesztéstechnológiai elemre hat.

A tápanyagellátás fontosságát szemlélteti Pepó (2014b) diagramja (1. ábra), melyben összegzi az évjárat és az agrotechnikai tényezők szerepét a búzatermesztésben. A diagramon jól látható, hogy a trágyázás szerepe az egyik legfontosabb, az agrotechnikai tényezők közül, közel 50%-al járul hozzá a terméseredmény kialakításához.



1. ábra Az évjárat és agrotechnika szerepe a búzatermesztésben (Debrecen, csernozjom talaj, 2004-2013)

Forrás: <https://agrarium7.hu/cikkek/165-a-buza-rekordtermesek-agronomiai-alapjai>

1.3.5 Az őszi búza növényvédelme

A búza növényvédelménél a gyomok, a kártevők és kórokozók elleni fellépést értjük, amely egy igen fontos agrotechnikai tényező. Nélküle nemcsak a termés mennyisége, hanem a minősége is jelentős mértékben romolhat, nemcsak gazdasági, de környezeti károkat is okozhat.

Láng (1966) könyvében még megemlíti az acatolást, mint gyomok elleni közdelem egyik kevésbé hatásos módját, de már ekkor a sokkal hatásosabb hormonhatású vegyszereket ajánlja.

Az őszi búza vírusos betegségei közül hazánkban a búza csíkos mozaik vírus és a búza törpülés vírusok okozhatnak károkat. A gombabetegségek közül a szártörő gomba, a torszgomba, a fekete-, vörös- és sárgarozsda, a lisztharmat, a szeptóriás levélfoltosság és pelyvabarnulás, a fuzárium, a kőüszög, a törpe kőüszög, a búza porüszög, valamint a fahéjbarna, barna és hálózatos levélfoltosság a jellemző.

Kártevőinek száma is jelentős, úgymint a búza fonálféreg, a vetési bagolylepke, a gabonafutrinka, a gabonapoloskák, a fritlégy, a szalmadarázs, különféle szipolyok, a veresnyakú árpabogár, valamint ide tartozik a mezipocok is.

A gyomok tekintetében a legjelentősebbek az ebszékfű, a parlagfű, a vadzab, a veronika fajok, a tyúkhúr, a pipacs, a ragadós galaj, a nagy széltippan, az apró szulák, a mezei aszat, valamint az árvakelésű napraforgó (Csajbók 2012).

A főbb betegségek ellen csávázással és gombaölő szerekkel történő permetezéssel védekezhetünk, a lisztharmat elleni hatásos védekezés más betegségek megjelenését is korlátozhatja. A kártevők elleni legjobb védekezés a megelőzés, ami magába foglalja a helyes vetésváltást és a talajfertőtlenítést. A futrinka és poloskák ellen a kémiai védekezés jelenthet megoldást. A gyomirtást tavasszal vegyes hatóanyagú, vagy hormonbázisú herbiciddel történhet. Hosszú őszi esetén a bokrosodást és a jó áttelelést akadályozó elgyomosodáskor sor kerülhet őszi gyomirtásra is (Hidvégi 2007).

Futó (2014) megállapítása szerint az optimális tápanyagellátás egészséges szöveteket és alacsony fertőzöttséget eredményez, a növekvő tápanyagdózis viszont fellazult növényi szöveteket és fokozott fertőzöttséget von maga után, ami ellen csak intenzív növényvédelemmel védekezhetünk. Következtetése szerint, okszerű és helyes növényvédelemmel sikeresen lehet védekezni a levél- és kalászfertőzések ellen, melynek eredményeként évjáratától függően akár 13-28%-os terméstöbblet is elérhető a nem kezelt növényekkel szemben, valamint az optimális növényvédelem nem csak a termésátlagra, hanem a szemtermés minőségére is jótékony hatással van.

Ágoston és Pepó (2005) kísérletei azt mutatják, hogy a különböző fajták közül általában a korai éréscsoportba tartozó fajták a legfogékonyabbak a betegségekre, még a legtoleránsabbak a középkései éréscsoportba tartozók.

Tanács (1997) vizsgálatai alapján a manapság alkalmazott herbicides növényvédelmi technológiák kielégítik a közegészségügyi előírásokat, vagyis a várakozási idő lejárta után nem mutatható ki szermaradvány a liszt és korpafrakcióban.

1.3.6. Az őszi búza betakarítása

A búza június vége és július közepe között érik be. Aratása kombájnnal egy menetben történik teljes érés elején, illetve teljes érésben. Holtérés elkerülése indokolt, mivel a teljes érésen túlesett búza mennyisége napról napra csökken. Az optimális időben történő betakarításra mindössze 10-12 nap áll rendelkezésre. Tárolásra lehetőleg 14,5% nedvességtartalom alatt, tisztítva kerüljön sor (Udvari 1987). A 100%-nak vett teljes éréskori terméshozam 10 nappal később aratva 5%-kal, 15 nap múlva 9%-kal és 20 nappal később betakarítva 15% körüli mennyiségű veszteség tapasztalható (Barabás 1987).

A búza betakarítása akkor kezdhető, mikor a szem víztartalma 16% körül van. Kombájnnal ennél nagyobb víztartalomnál is lehetséges az aratás, de ekkor mesterséges szárítás szükséges. A betakarítás egyik legfontosabb követelménye, hogy a veszteség 4% alatt maradjon, ami csak megfelelően beállított kombájnnal lehetséges (Kováts 1981).

1.3.7. Az őszi búza öntözése

Petrasovits és Balogh (1975) megfogalmazása szerint, „az öntözés mesterséges beavatkozás a növénytermesztési tér vízháztartási viszonyaiba. Az öntözés egyrészt vízgazdálkodási tevékenység, másrészt a termesztéstechnikai tényezők komplex rendszerének fontos, sokszor döntő jelentőségű tagja.”

Hazánkban alapvetően a kontinentális klímahatás érvényesül, melyet kisebb-nagyobb mértékben az óceáni és mediterrán elemek módosítanak. Hazai búzatermelésünk egyik legnagyobb veszélyeztető faktora a rendkívül változékony, szélsőséges időjárás lehet (Pepó 2002).

Mint ismeretes az víz túlzott jelenléte, avagy hiánya már az egyedfejlődés korai szakaszában is komoly határokat szabhat a növények fennmaradásában, növekedésében. Huzamosan fennálló vízhiányt a különböző növényfajták eltérő mértékben képesek átvészelni. Ezt alapvetően a fajta egyedi vízhasznosító képessége és a genetikailag determinált szárazságtűrése határozza meg (Wilson et al. 2001). Aszályos évben - mikor egy gazdasági évben (okt.-tól a következő szept.-ig) lehullott csapadék összege legalább 20%-kal kevesebb a

sokévi átlagnál – a Kárpát medencében is gyakran kerülhet átmenetileg a növényzet a levegő és/vagy a talaj nem megfelelő vízellátottsága miatt vízhiányos állapotba.

Magyarországon az elmúlt 100 évből 28 aszályos volt, az elmúlt bő egy évszázadban a hazánkban lehulló éves csapadékmennyiség 83 mm-el csökkent. A tavaszi csapadékmennyiség csökkenése jelentős, hiszen a tavaszi csapadékösszeg a század elejeinek mintegy 75 %-a. Az őszi és a téli csapadékcsökkenés 12-14 %-os, a nyári időszakban nem tapasztalható jelentős csökkenés, ugyanakkor a fokozatosan növekvő hőmérséklet miatt a száraz időszakok gyakoribbá váltak. Az elmúlt évtizedek éghajlati viszonyai, a drasztikus, hazánkat is érintő változások is felhívták a figyelmet az öntözés hozambizonytalanságot csökkentő szerepére és a szárazságtűrő növényfajták nemesítésére (Fedor és Szűcs 2017).

Ha a könnyen felvehető víz mennyisége túlzott mértékben lecsökken, az csökkenteni fogja a légzés intenzitását, ezáltal csökken a tápanyagfelvétel, lassabb lesz a növekedés, a távolabbi talajrétegekből a tápelemek diffúziója csökken, ezáltal kevesebb lesz a felvehető tápanyagok mennyisége is.

A túlzottan nedves talaj esetén (pl. helytelen öntözés), az egységnyi szárazanyag termeléshez felhasznált víz mennyisége megemelkedik, mert a talaj szellőzőtsége romlik, ami a gyökérzet működését károsan befolyásolja, vagyis a gyökérzet tápanyagfelvétele erősen csökken, a vízfelvétel viszont intenzív marad (Pethő 1993).

A szélsőséges időszakok kiküszöbölése érdekében az öntözés fontossága napjainkban egyre nagyobb figyelemben részesül. A régebbi vélekedésekkel ellentétben, miszerint a búza nem hálálja meg az öntözést, a korunk tudományos közössége a megfelelő vízutánpótlás fontosságát hangsúlyozza, de legalábbis a vetőmag termesztésnél mindenféleképpen ajánlja. Ha a természetes csapadék a búza kritikus időszakában, vagyis a szárbaindulás és a szárbaindulás utáni időszakban nem elegendő, meggondolandó az öntözéses vízpótlás.

A kalászosok közül gyakorlatilag csak a búza öntözése jön számításba. A búza evapotranszpirációja ősszel, télen, kora tavasszal alacsony, és ezt az igényt a csapadék biztosítani tudja. Az Alföldön várható ETP-értékek a következők: márciusban 40 mm, áprilisban 80 mm, májusban 120 mm, júniusban 140 mm.

A búza kritikus vízigénye, mikor a legérzékenyebb a vízellátottságra szárba indulás után kalászosítás-virágzás környékén van, ami május elejére tehető. Ha a növényt ezen fejlődési szakaszban éri aszály, akkor a termés a felére is csökkenhet. Ekkor tehát indokolt, hogy a fejlődésnek ebben a szakaszában, vagyis április közepétől május végéig biztosítsuk talaja

optimális nedvességtartalmát, mert az ETP-értékek és a növény vízigénye ilyenkor szorosan megközelítik egymást, azaz ebben a 6 hetes időszakban a mintegy 150-160 mm-t (Budavári 1978).

Ezzel szemben Bocz (1992) leírja, hogy a búza minőségét a hagyományos öntözés rontja, az idényen kívüli öntözés javítja. A hagyományos késői, virágzáskori öntözés hatására víztartalék képződik, amely elősegíti a gazdagabb szénhidrátképződést szemterméskor. Ellenben az idényen kívüli (őszi vagy tavaszi) öntözés 60-80 mm körüli vízmennyisége erősebb vegetatív fejlettséget okoz, amely az állomány nagyobb vízfogyasztása következtében, szemképződés időszakára relatív vízhiány mutatkozik. Az érés időszakára a talajban keletkezett viszonylagos vízhiány már a termést nem csökkenti, az öntözés terméstöbblete mellett a búza jó minőségének kialakulását eredményezi.

Bocz (2005) kutatása szerint, Magyarországon korábban az öntözés főleg csak a szikesbe hajló réti térségekre koncentráltak. Később a környezetvédelmi, öntözéshatékonysági és gazdasági okokból, az öntözés a hátsági területek legjobb talajaira tevődött át. Az ok pedig az, hogy ezeken a területeken mutatkozik meg a legjobban az öntözés termelés növelő hatása. Ezen talajokon a búza termése akár 9,75 t/ha-ra növelhető.

Az öntözés hatékonyságánál három fő komponensre szükséges mindenféleképpen odafigyelni. Ezek a biológiai, agronómiai és ökonómiai hatékonyság. A biológiai hatékonyság mutatja meg, hogy az öntözés mennyivel növeli meg a termésmennyiséget, valamint mennyivel javítja a termés minőségét a nem öntözött területekhez képest. Az agronómiai hatékonyság arról nyújt információt, hogy az öntözési tevékenység elvégzése más technológiai elemekkel kombinálva mekkora termést eredményez. Végül pedig az ökonómiai hatékonyság azt méri, hogy egy egységnyi öntözővíz alkalmazása mekkora növekedést fog előidézni a termésmennyiségben (http5).

Az öntözés termésmennyiséget növelő hatása eltérő lehet az ökológiai, termesztéstechnológiai feltételektől, illetve a fajta tulajdonságaitól függően. Száraz években az öntözés termésnövelő hatása 25-40%-os (1-1,8 t/ha), míg átlagos vagy csapadékos években 5-20%-os (0,3-0,8 t/ha) (Csajbók 2004).

1.4. A búza szárazság- és sótűrése

A globális klímaváltozás következményeként az abiotikus stressz (pl. aszály, UV-sugárzás) időszakok száma várhatóan növekedni fog. A termésbiztonság ennél fogva az abiotikus stresszekkel szembeni ellenálló képesség függvénye lesz.

Szárazságstressz akkor alakul ki, mikor a növény számára nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű víz. A növényben akkor lép fel vízhiány, amikor a párologtatás sebessége meghaladja a vízfelvételt. A vízhiány kialakulásának alapvetően két oka lehet. Az egyik, hogy rövidebb vagy hosszabb ideig az átlagosnál kevesebb csapadék hullik, amelynek következtében a növény számára nem áll rendelkezésre elegendő víz. A másik, hogy a növény nem képes annyi vizet felvenni, amennyit elpárologtat, így a belső vízegyensúlya megbomlik. Ennek oka lehet a magas hőmérséklet (hőstressz), illetve a talajban felhalmozódó só (sóstressz). A növények válaszreakciója a szárazság- és a sóstresszre nagy hasonlóságot mutat, ezért általában ezeket az abiotikus stressz faktorokat együtt szokták vizsgálni (Nagy et al. 2017).

A szárazság hatásának ellensúlyozására a növények különböző stratégiákat alkalmaznak. A szárazság toleráns növények a dehidratáltság ellenére képesek az élettani funkcióik megtartására. Az elkerülő stratégia esetén a növények még a nedves évszakban befejezik az életciklusukat, a száraz periódus előtt. A vízpotenciál csökkenését kivédő növények képesek fenntartani a szövetek hidratáltságát, ezen belül vagy vízmegőrző stratégiát követnek, tehát spórolnak a vízzel, vagy a vizet továbbra is nagy mennyiségben fogyasztják, de gondoskodnak annak pótlásáról, például mélyebb gyökérzet segítségével (Guóth 2009).

A szárazságstressz a növénytermesztésben az egyik leggyakoribb abiotikus stresszfaktor. A vízhiányos stressz, vagyis a csökkent vízutánpótlás kihat a növény növekedésére, életfunkcióira, valamint a termés mennyiségére és minőségére. A növények fiziológiai válaszait és termésmennyiségüket stressz esetén a faj, a fajta, a talaj típusa, a rendelkezésre álló tápanyagok és az éghajlat is befolyásolja. A vízhiányos stresszre adott növényi válaszok nagyon különbözőek lehetnek, ezek alapvetően a fajtól, a fajtától és a stressz súlyosságától függenek. A talaj kiszáradása magával vonja a sókoncentráció megnövekedését, valamint a száraz talaj növeli a mechanikai ellenállást a gyökerek számára. Ha a vízellátottság csökken, a hajtás növekedése gyakran jobban gátolt, mint a gyökéré (Akinci és Lösel 2012).

Balla és Veisz (2007) kísérlete rámutatott arra, hogy a terméskiesés rendkívül nagymértékű lehet a stresszhatások következtében. Vizsgálatainak eredménye szerint a hőstressz hatására a termés 27%, az ezerszemtömeg 20%-kal csökkent. A szárazságstressz a termés 54%-os, az ezerszemtömeg 44%-os csökkenését okozta, valamint ha a két stresszfaktor együttesen volt jelen, akkor ez a szám már 70%, illetve 62%-ra növekedett, ami nem kevés aggodalomra ad okot.

A talajban a sófelhalmozódás világszerte problémát jelent, a búza esetében nagymértékű terméskiesést, valamint minőségromlást idéz elő. Hazánkban a másodlagos sófelhalmozódás

okoz gondot, melynek kiváltó oka sok esetben a nem megfelelő minőségű öntözővíz, illetve az öntözés révén megemelkedő talajvízszint.

Ha a gyökéren át nagy mennyiségű Na^+ és Cl^- ion jut a növénybe, az negatívan befolyásolja a növekedést, a metabolikus folyamatok károsodnak és a fotoszintézis mértéke is csökken. Amikor a növények sóstresszes körülmények között növekednek, felszívódási rendellenességek, valamint a kicsi ozmotikus potenciál, illetve speciális ionváltozások következtében a szárazsághoz hasonló állapot jelentkezik (Nagy et al. 2017).

A Cl^- ionokat a gyökerek könnyen felveszik, majd a szállítónyalábokon keresztül eljutnak a levelekig, ahol levélszél-perzselődést (klorózist) okoznak. A nátrium ionok a növény nedvkeringésébe jutva gátolják a klorofill képző magnéziumion beépülését a sejtekbe. Ezen kívül a kálium felvételét is akadályozzák, amelynek hiánya betegség- és stresszérzékenységet okoz. A só továbbá úgynevezett fiziológiai szárazságot is okoz, mivel a sóval telített talajoldat töményebb a növényben keringő nedvnél, így a gyökerek vízfelvételének ozmotikus akadálya van. Ezért van az, hogy öntözés és csapadék ellenére sem jutnak elegendő nedvességhez a növények (http6).

1.5. A búza minősége

A búza minőségének vizsgálatakor egy sor paramétert vehetünk számításba. Ezek a jellemzők fogják meghatározni a termés gazdasági értékét, viszont ezek az értékmérő jellemzők a felhasználási területtől függően eltérőek lehetnek.

Búza esetében ezeket a tényezőket két fő csoportra lehet osztani, melyek a fizikai és beltartalmi értékek. Fizikai értékeknél a búza őrlési tulajdonságai, úgymint a hektolitertömeg, ezerszemtömeg, acélosság a mérvadóak, valamint ide tartoznak a tisztasági kritériumok is. A beltartalmi értékeknél egyfelől a kémiai tulajdonságok, úgymint a fehérje- szénhidrát-, keményítőtartalom mellett beltartalmat kifejező értékeket, vagyis nedves sikértartalmat, farinográfos vagy valorigráfos értéket és Zeleny-féle szedimentációs értéket használunk. Természetesen az említett paramétereken kívül még egyéb értékmérő jellemzők is használatban vannak.

A hektolitertömeg a búza értékének régi, hagyományos jellemzője, értékéből következtetni lehet a lisztkihozatalra. A hektolitertömeg általában akkor magasabb, ha a búza érése során száraz időjárás uralkodott. A hektolitertömeget legjobban a gabona nedvességtartalma és a sűrűsége befolyásolja. Az ezerszemtömeg mértéke a szem sűrűségétől és a szemmérettől függ, a magbelsőt kisebb arányban tartalmazó szemek ezerszemtömege

kisebb. Az acélosság a keménységgel, a búza fajtájával áll kapcsolatban, meghatározásakor az acélos és a lisztes szemek arányát vizsgálják.

A nyersfehérje-tartalom meghatározása az ún. Kjeldahl- vagy Dumas-módszerrel kimutatott nitrogén mennyiségének 5,7-es szorzatával történik. A nedves siker mennyisége százalékban kifejezve 100g búzalisztre vonatkozik. A siker a búzaszem vízben nem oldódó térhálós fehérjévé válik, melynek meghatározása a lisztből a keményítő és a vízzel oldható fehérjék kimosása után visszamaradó rugalmas sikérgolyó mérésével történik.

A farinográfus (valorigráfus) vizsgálat segítségével a búzaliszt vízfelvételét, a dagasztással kialakuló tézsa tulajdonságait és a dagasztással szembeni ellenállását és időbeli ellágyulását határozhatjuk meg. A kapott eredmények alapján számítható a sütőipari érték, mely javító minőségű (A), malmi minőségű (B) és takarmány minőségű (C) csoportba sorolja a búzákat.

A Zeleny-féle szedimentációs szám a búza minőségének, a mennyiségének és felhasználhatóságának becslésére alkalmas. Főleg fajtanemesítési és agrotechnikai kísérletekben használják. A vizsgálat úgy történik, hogy megméri a liszt tejsavas közegben történő duzzadását, majd ülepedését. Az üledék magasságának meghatározás után állapítható meg a minőség. A jó minőségű és sok sikeret tartalmazó liszt részecskéi a tejsav hatására jobban megduzzadnak, magasabb oszlopot alkotnak a mérőcsőben (Barabás 1987, Bocz 1992, Győri és Győriné 1998, Antal 2005).

A búza minőségét igen sok tényező határozza meg (1. táblázat), de a termelési tényezők szerepe jelentősen különbözik az eltérő intenzitású (extenzív, intenzív) búzatermesztésben. Extenzív technológiánál az ökológiai tényezők, míg intenzív termesztésnél inkább az agrotechnikai tényezők a dominánsabbak.

Pepó (2010) vizsgálatai alapján összegzi, hogy a búza minőségét az ökológiai tényezők közel egyharmad részben (ahol az időjárás 22 %, a talaj 10 %-ban) befolyásolják nem extrém körülmények mellett. A fajtamegválasztás 27 %-ban járul hozzá a minőséghez, tehát ezt nevezhetjük a minőségi búzatermesztés kiinduló elemének. Az agrotechnikai tényezők közül a direkt hatású elemek, vagyis elsősorban a trágyázás és növényvédelem 25 %-ban, míg az indirekt hatású tényezők 16 %-ban határozzák meg a búza sütőipari minőségét. Elméletileg tehát a növénytermesztő tudatos termesztéstechnológiával (fajta, agrotechnika), 70 %-ban meghatározhatja nem szélsőséges ökológiai feltételek mellett a búza minőségét.

1. táblázat: A búza minőségét befolyásoló tényezők csoportosítása

Tényezőcsoport	Jelentősége		
	Meghatározó	Átlagos	Mérsékelt
Biológiai tényezők	Fajta – minőségi tulajdonságok – agronómiai tulajdonságok		
Ökológiai tényezők	Éghajlat (időjárás) – csapadék mennyisége – csapadék megoszlása – hőmérséklet – napfény	Talaj – fizikai tulajdonságok – kémiai tulajdonságok	
Agrotechnikai tényezők	Tápanyagellátás – N mennyisége – N megoszlása – NPK harmóniája (Öntözés) Betakarítás – ideje Tárolás	Elővetemény – direkt hatás – indirekt hatás Növényvédelem – kórokozók – kártevők – gyomok Vetés – ideje – állománysűrűség	Talaj-előkészítés

Forrás: (Pepó és Győri 1997)

1.6. A fajta és a fajtaválaszték

A magyar búzatermesztés fajtaszerkezetére jellemző a magyar és a külföldi fajták együttes jelenléte, már a huszadik század kezdetétől fogva. Ez nem változott a második világháború után sem. A külföldi fajtákat először a szovjet, majd a hatvanas évektől a rendszerváltásig az olasz, a jugoszláv és a francia nemesítésű búzák képviselték. A kilencvenes évektől kezdődően még szélesebb lett a fajtakínálat, mert megjelentek az osztrák és a német nemesítő házak fajtái. Továbbá napjainkban megkezdődött a német származású hibrid búzák bevezetése. A magyar búzafajták döntő részét a martonvásári és a szegedi nemesített fajták képviselték az elmúlt fél évszázadban (Bedő és Láng 2019).

Napjainkban a Nemzeti Fajtajegyzékben 166 db őszi búza és 5 db tavaszi búzafajtát találunk (Nebih 2021).

Az őszi búzafajták jóval nagyobb számát többek között az is indokolja, hogy a növények a szárazságot akkor képesek jól elviselni, ha megfelelően fejlett, mély gyökérszettel rendelkeznek. Őszi vetés esetén a szárbaindulást megelőzően – ősszel és kora tavasszal – több idő áll a növények rendelkezésére a gyökér növekedéséhez, ezért az őszi típusok produktivitása és termésbiztonsága jobb, mint a tavaszi vetésű gabonafajtáké (Dudits 2006).

A Magyarországon termesztett fajták kora búza esetében alig 5-6 év, és a sikeres fajták is általában csak 8-10 évig maradnak köztermesztésben. Ahhoz, hogy a fajtaellátottság

folyamatos legyen, és a korszerűtlen genotípusok ne okozzanak kárt a termelőknek, a fajták 10-15 %-át minden évben újra kell cserélni (Dudits 2006).

A fajta kiválasztása során különböző szempontokat kell figyelembe venni. Láng (1976) megfogalmazása szerint, a jó búzafajta kritériuma, hogy a növénynek fagy- és télállónak, szilárd szárának kell lennie, a bokrosodása mérsékelt legyen, rozsdának és lisztharmanak ellenálljon, június végére, de legkésőbb július elejére, vagyis korán beérjen. Valamint, hogy a szemtermésének mérete nagy, és az ebből készült lisztjének a sütőipari értéke jó legyen.

Egy fajta használati értéke négy tulajdonság alapján határozható meg. Ezek a termőképesség, a minőség, az agronómiai érték és a termékbiztonság. A fajtának együttesen kell megfelelniük a mennyiségi, minőségi és termésbiztonsági követelményeknek (Bélteki 2019). Viszont ez nehezen összeegyeztethető, amire Petróczi (1998) is rámutatott. Véleménye szerint „tökéletes” búzafajta létrehozása nagyon nehéz feladat, mert több számunkra fontos tulajdonság igen nehezen egyeztethető össze. Például a nagy termőképesség és a kiváló sütőipari minőség között negatív korreláció figyelhető meg, tehát alapvetően ellentmondanak egymásnak. Egy bőtermő, nagy termésmennyiséget produkáló évben, vagy helyen általában a minőség gyengébb eredményeket fog elérni.

Nyíri (1997) véleménye szerint, a nemesítők elsősorban a nagy termőképességű fajták előállításában, a betegségekkel szembeni védekezés kialakításában, a szárszilárdság, illetve a növény minőségének javításában érdekeltek. Csak ezek után jöhet szóba az egyéb követelményeknek való megfelelés. Közvetlen nemesítési célként a szárazsággal, az aszályal szembeni tűrőképesség csak másodlagos prioritásként jelenik meg.

Mint ahogy Barabás (1987) leírja, a termelés fejlesztésében a fajta a legolcsóbb, leggazdaságosabb és leggyorsabban megtérülő befektetés. Ezért a jövőben is nagy jelentősége lesz nemcsak a búza, hanem más növények nemesítésének. A nemesítés a globális klímaváltozás elleni védekezésben pedig kitüntetett helyet foglalhat el.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kísérlet körülményeinek bemutatása

A kísérletet Szarvason, a MATE Környezettudományi Intézetének, Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszékéhez tartozó galambosi kísérleti telepén található fóliában állították be a GINOP-2.2.1-15-2017-00042 számú a „Pannon régió növényeinek genetikai hasznosítása” - című pályázat keretében. A két végén nyitott fóliában szárazságtűrési kísérleteket folytatnak az Egyetem munkatársai több növényen tenyészedényekben. 2020 őszén én is bekapcsolódhattam az őszi búza kísérletbe.

A fólia 4 méter széles, 15 méter hosszú és 3 m magas, a két végén nyitott. Azt a célt szolgálta, hogy a természetes csapadékot elzárjuk a növényektől és csak kizárólag az öntözésekkel kijuttatott, ellenőrzött mennyiségű vizet, tápanyagot és sókat kapjanak.

Tenyészedényként 10 literes műanyag fehér színű vödröket használtunk, melyek alján 5 vízelvezető nyílás volt kialakítva. A vödrök alá virágcserep alátétek kerültek a víz elszívargásának megakadályozására. A vödör átmérője 27,5 cm, így a talaj felülete 593,6 cm².

A kísérlet beállítására 2020. november 4-én került sor 3 búzafajtaival, 3 nedvességszinten, 3 ismétlésben, vizes és sós körülmények között, összesen 54 tenyészedényben. Vödrönként 35 db mag lett elvetve, majd kelés után minden edényben a tőszámot 31-re állítottuk be, ami megfelel a hektáronkénti 5 millió átlagos csíraszámnak.

A növényeket a hőmérséklet és a talaj nedvességtartalma alapján öntöztük, kezdetben hetente egyszer azonos mennyiségű vízzel, majd a hőmérséklet emelkedésével növeltük az öntözések gyakoriságát. Öntözésre a Körös-holtág vizét használtuk. A különböző vízádagok szétválasztására 2020. április 27-én került sor.

A növények tápanyag ellátása tápoldattal történt az öntözések alkalmával. Minden kezelés minden növénye azonos mennyiségű tápanyagot kapott. Tápoldat készítésére kétféle vízzeloldható műtrágyát használtunk, kezdetben a *Péti Starter Plusz* klorid mentes komplex műtrágyát, amely 15% nitrogént (N), 30% foszfort (P₂O₅), 15% káliumot (K₂O) és 0,2% mikroelemet tartalmazott, majd a szárbaindulás kezdetétől *Volldünger Linz* alacsony klorid-tartalmú 14-7-21% NPK és 1% mikroelem tartalmú trágyát. A magnézium és vashiány elkerülése érdekében néhány alkalommal *Mikromix A* oldatot is kaptak, amely magnézium-szulfátot és vaskelátot tartalmazott. A tenyészidőszak alatt kétszer kaptak *Pétisót* szilárd formában, elsősorban a N, másodsorban a Ca-ellátás megerősítése miatt.

Növényvédelmi beavatkozásra 4 alkalommal került sor a tenyészidőszak alatt. Először április 15-én lisztharmat és szeptóriás levélfoltosság ellen Folicur Solo szerrel, majd április 30-

án és május 25-én szintén gombabetegségek ellen Wirtuoz 52 EC készítménnyel és június 10-én levéltetvek ellen védekeztünk Decis rovarölővel.



2. ábra. A tenyészedényes kísérlet

(Fotó: Kepenyés Zoltán)

2.2. A kísérlethez használt talaj jellemzése

A tenyészedények megtöltésére használt talajnak a kísérletben igen fontos szerepe volt. Rendelkeznie kellett a talajokra jellemző legalapvetőbb tulajdonsággal, a termékenységgel. Ez azt jelenti, hogy el tudja látni a növényeket vízzel és tápanyaggal. A növények fejlődéséhez ezen kívül szükség van még levegőre is, tehát egy olyan háromfázisú (szilárd, folyékony, légnemű) rendszerre van szükség, ami egy időben ki tudja elégíteni a növények igényét. A szilárd rész különböző méretű részecskékből áll, melynek nagyobb része ásványi, kisebb része szerves eredetű, a talaj térfogatának ez adja ideális esetben a felét. A szemcsék között hézagok (pórusok) vannak, ebben helyezkedik el a víz és a levegő (Stefanovits et al. 1999). Minél kisebb méretű szemcsékből tevődik össze az ásványi rész, annál jobban össze tud tömörödni a talajunk, annál kevesebb pórus lesz az adott térfogatban, és a nagyobb vízádagú kezeléseknél már nem is marad levegő a szűk hézagokban és a vizet is olyan erővel köti a szilárd rész, hogy a növények azt már nem is tudják felvenni, nagy lesz a holtvíz mennyisége.

Az edények megtöltésére tehát olyan talajt kellett keresni, amely lazább szerkezetű, nagyobb méretű szemcsékből áll, közép kötött, fizikai féleségét tekintve homokos vályog, vályog.

Az általunk használt talajban a leiszapolható részek (iszap, agyag) mennyisége 31,6%, tehát homokos vályog fizikai féleségű talaj (Stefanovits szerint), a kémhatása gyengén savanyú ($\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} = 6,54$), meszet nem tartalmaz, a vízben oldható összes sótartalom alapján kis sótartalmú ($\text{só}\% < 0,1$).

2.3. A vizsgált búzafajták

A kísérletben 3 különböző búzafajta szárazság- és sótűrését vizsgáltuk a természetes csapadéktól elzárt körülmények között. A nemesítők leírása alapján a fajtákat a következő tulajdonságok jellemzik:

1. *MV Nemere*. A Martonvásári Agrártudományi Kutatóközpont 2013-ban elismert fajtája, az 1918-as Agrár Innovációs Díj nyertese. Könnyen termesztethető, malmi minőségű, jó télállóságú, korai fajta, komplex betegség ellenállósága kiváló. A növény magassága eléri a 80-90 cm-t, ennek ellenére kiváló állóképességű, termőképessége eléri a 8-9 t/ha-t. Kalásza szálkás.

2. *GK Szilárd*. Szegedi Gabona Kutató 2013-ban elismert, középérésű, tar kalászu, kimagasló termőképességű - 7,5-9,5 t/ha - malmi minőségű őszi búzája. Tömör szára miatt szalma hozama jelentős. Rostban gazdag szalmája miatt a papírgyártáshoz, jó nedvszívó béli szerkezete miatt az állattenyésztésben alomként hasznosítható. Energianövényként a szalmatüzelésű kazánok alapanyaga is lehet. Átlagos bokrosodási erély, közepesen vastag szár, tömött szárbél jellemzi, vetésidőre nem érzékeny.

3. *Caussade Sothys*. Francia vetőmag nemesítő vállalat fajtája. Kiváló tél- és aszálytűrésű, középérésű, szálkás őszi búza. Dőlésre nem hajlamos közepmagas szárú, Speciális szeptória és rozsda toleranciával rendelkezik. Minőségi gabonatermesztésre alkalmas, magas fehérje- és sikértartalommal. A termesztéstechnológiától függően 6-9 t/ha hozamra képes. Javasolt a vetési időszak elején vetni.

2.4. A kezelések bemutatása

A kísérletben vizsgáltuk a 3 búzafajta szárazság- és sótűrését. Mindkét vizsgálatban 3 vízellátottsági szintet alkalmaztunk három ismétlésben. A nedvességtartalmakat a talaj szabadföldi vízkapacitásának (VKsz) a függvényében állítottuk be. A szabadföldi vízkapacitás

az a vízmennyiség a talajban, amit természetes körülmények között a talaj, egy beázás után, a gravitációval szemben vissza tud tartani (Stefanovits et al. 1999). Homokos vályog talaj esetében a szabadföldi vízkapacitás értéke jó megközelítéssel 25 térfogat % körül van, ebből a növények számára 15 térfogat % felvehető, hasznosítható víz (diszponibilis víz, DV), és 10 térfogat % a növényi gyökerek számára nem hozzáférhető (holtvíz, HV).

A következő nedvességszinteket alkalmaztuk:

1. kezelés VKsz 40%-a ($25 \times 0,4 = 10$ térfogat % nedvesség)
2. kezelés VKsz 60%-a ($25 \times 0,6 = 15$ térfogat % nedvesség)
3. kezelés VKsz 80%-a ($25 \times 0,8 = 20$ térfogat % nedvesség)

Látható, hogy az 1. kezelés esetében a holtvíz közelében tartottuk a növényeket, a 2. kezelésnél már kielégítettük a búza nedvesséigényét ($HV + 0,3DV = 10 + 4,5 = 14,5$ térfogat %). A 3. kezelés során már luxus vízellátásban is részesültek, hiszen a talajban a hasznosítható víz 65%-a ($HV + 0,65DV = 10 + 9,75 = 19,75$ térfogat %) rendelkezésre állt.

Az öntözések alkalmával a külső hőmérsékletet és párolgást figyelembe véve, ezt a szintet tartottuk. A hűvösebb időszakokban, késő ősszel, télen és kora tavasszal általában heti egy alkalommal történt öntözés, majd a külső hőmérséklet emelkedésével szükségessé vált a napi öntözés, ami általában a reggeli órákban történt. Júniusban volt olyan hét, amikor a nappali hőmérséklet meghaladta a 35°C-ot, ez azt jelentette, hogy a fólia alatt közel 50 °C is volt a legmelegebb órákban, ezért a késő délutáni órákban is öntöztünk. Az egyes öntözések alkalmával 125-1000 ml vizet/tápoldatot/sóoldatot adagoltunk a kezelés, illetve a hőmérsékletnek megfelelően.

A sós kísérlet növényei a só kezeléseket március elejétől kapták. Az öntözések alkalmával az öntözővízben feloldva kapták meg a só keveréket, amely 3 féle nátrium-sót (Na_2SO_4 , NaCl , Na_2CO_3) tartalmazott 1:1:1 arányban. Ezek a sók a természetes szikes talajokban is megtalálhatók és a talaj nedvességtartalmától függően oldódnak fel, vagy válnak ki a talajoldatban. Ebből a só keverékből adtunk 10 liter öntözővízhez 1 evőkanállal, ami 33 g volt, tehát a só kezeléseik alkalmával, az öntözővízzel literenként 3300 mg plusz nátrium sót kaptak a növények a kontrollhoz viszonyítva.

2.5. A mérésekhez alkalmazott módszerek és használt műszerek

2.5.1. Talajnedvesség, sótartalom és hőmérséklet mérése

A búza tenyészideje alatt több alkalommal mértük a helyszínen az állományban a talaj nedvességtartalmát, fajlagos elektromos vezetőképességét (EC) és hőmérsékletét. A mérésekre azért volt szükség, mert így tudtuk ellenőrizni a különböző vízádagok hatására kialakuló nedvességtartalmakat. A méréshez használt W.E.T Sensor Kit tartalmazza a HH2 nedvességmérő készüléket a WET-2 érzékelővel, ami közvetlenül a gyökérzónában méri a víztartalmat, az EC-t és a közeg hőmérsékletét. A készülék a 3. ábrán látható.



3. ábra HH2 nedvességmérő készülék
(Fotó: Kepenyés Zoltán)

2.5.2. A növényi biomassza és összetevőinek vizsgálata

A tenyészidőszak végén, június 28-án, amikor a szemek beértek, a növény elszáradt a kísérlet felszámolására került. Az összes biomassza meghatározásához külön levágásra került az edényenkénti föld feletti növény, amelyből kiválasztottunk 5 db átlagos növényt és megmértük a magasságát, majd az összes növény papírtasakba került. A gyökerekről lemostuk a talajt és a növényekkel együtt a MATE szarvasi telephelyén lévő vetőmag laboratóriumba vittük. A mintákat asztalon szétterítettük, hogy teljesen megszáradjanak a szárazanyag tartalom meghatározásához. Az összes szemtermés és az ezerszem tömeg méréshez elektromos, digitális Sartorius CP3202P-0CE $d=0,01g$ pontosságú mérleget használtunk (4. ábra).

A szárazanyag tartalom lemérése után a szárról leválasztottuk a kalászokat, megszámloltuk, majd következett a cséplés. A szemeket a Minibatt⁺ kézi elektromos kiskombájnnal cséptük ki (5. ábra.). Az akkumulátorral működő mini kombájn alkalmas az

aratást megelőző szántóföldi mintavételekre, vagy a már megszedett kalászkok kicséplésére. A hozzá járó négyféle rosta alkalmassá teszi többféle kalászos gabonanövény, valamint a repce, borsó és a lóbab mintavételezésére. A szellőzőrés nagyságának, valamint a motor fordulatanak helyes beállításával teljesen tiszta mintaanyagot lehet előállítani. Az eszköz nagyban megkönnyítette és meggyorsította a minta feldolgozását.



4. ábra Elektromos mérleg

(Fotó: Kepenyés Zoltán)



5. ábra Kézi kombájn

(Fotó: Kepenyés Zoltán)

A kicsévelt szemeket az utótisztítás után mérlegen lemértük, így kaptuk a tenyészedenyenkénti összes szemtermést, majd a Pfeuffer Contador magszámláló készüléken leszámoltuk az összes szemet, ebből megállapítottuk a kalásonkénti szemszámot, valamint a minták ezerszem tömegét.



6. ábra Mérés a magszámlálón

2.5.3. A szemtermés beltartalmi mutatóinak mérése

A búza beltartalmi paramétereit a FOSS Infratec gabona beltartalom elemző analitikai műszerrel határoztuk meg. Ez a műszer a közeli infravörös spektroszkópiás (NIR) technológiával végzett elemzés módszerét használja a méréskor. A különböző szerves anyagok a közeli infravörös tartományban jellegzetes fényelnyelő képességgel rendelkeznek egy bizonyos hullámhossz intervallumban. Az elnyelt fény mennyisége jellemző az adott anyagra. A műszer belső kalibrációval rendelkezik, amit a műszer forgalmazója rendszeresen frissít és ellenőriz. A műszer a méréseket egész szemből végzi, kivétel a napraforgó, amit le kell darálni mérés előtt. A műszer a 7. ábrán látható.



7. ábra FOSS Infratec beltartalom elemző műszer

(Fotó: Kepenyés Zoltán)

A vizsgálat során nehézséget okozott, hogy a kis vízádagú kezelések esetében kevés lett a termés, kevés volt a minta mennyisége, így a mérés során a hektolitertömeg értékek hiányoznak az adatsorból. A mért paraméterek a következők voltak: nedvességtartalom, fehérje, sikk, keményítő és a Zeleny-index.

2.5.4 Adatok feldolgozásának módszere

Az adatok feldolgozása Microsoft Excel programmal történt, míg azok statisztikai kiértékelését az IBM SPSS Statistics 20 programmal végeztük el. A statisztikai elemzések során varianciaanalízist, valamint korreláció és regresszióelemzést végeztünk.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1. A szárazságtűrési kísérlet eredményei

3.1.1. A különböző vízadagok hatása a talaj nedvességtartalmára, hőmérsékletére

A tenyészidőszak során különböző vízadagokkal történt az öntözés a kezeléseknek megfelelően. A tápanyag kijuttatása is az öntözések alkalmával történt. Minden esetben a legkisebb vízadagos kezelések határozták meg, hogy egy alkalommal az öntözéssel mennyi tápoldat kerül kijuttatásra, hiszen minden kezelés minden tenyészede nye egyforma mennyiségű tápanyagot kapott. A nagyobb vízadagos kezelések a tápoldaton kívül tiszta vizes pótlást kaptak, a meghatározott vízadagnak megfelelően. Minden öntözéskor feljegyeztük, hogy mikor, melyik kezelés, mennyi vizet és tápoldatot kapott. A tenyészidőszak alatt kijuttatott összes mennyiségeket a 2. táblázat mutatja be.

**2. táblázat A vizes kísérletben kijuttatott víz mennyisége kezelésenként
(Szarvas, 2021)**

	1. kezelés VKsz 40%		2. kezelés VKsz 60%		3. kezelés VKsz 80%	
	Víz	Tápoldat	Víz	Tápoldat	Víz	Tápoldat
Összes kijuttatott ml	15000	7500	21250	7500	27375	7500
Összes víz+tápoldat ml		22500		28750		34875
Összes víz+tápoldat mm		379,0		484,3		587,5

A táblázatból látható, hogy a mm-ben kijuttatott víz és tápoldat mennyisége még az 1. kezelés esetében is elméletileg fedezte a búza szántóföldi körülmények közötti szerény minimális vízigényét, ami irodalmi adatok alapján 300-350 mm, optimális esetben pedig az 500-600 mm. Figyelembe kell venni azonban azt a körülményt is, hogy a fólia alatt az egész tenyészidőben magasabb volt a hőmérséklet, a hőségnapokon a legmelegebb órákban elérte a 40-50 °C-ot is. Ilyen extrém körülmények között a talaj is jobban felmelegszik a tenyészede nyekben, a párolgás is jóval nagyobb lesz. A melegebb időszakokban naponta 500 ml vizet kapott az 1. kezelés, ami, ha figyelembe vesszük a vödör felületét (593,6 cm²) 8,4 mm öntözővíznek felel meg. Ha a napi átlaghőmérséklet 28°C (Max.= 38°C, Min.=18°C) és a páratartalom 66%, akkor a napi potenciális evapotranszspiráció (PET) közelítő értéke 7,1 mm a Dunay-Posza-Varga-Haszonits-féle összefüggés alapján (Gombos 2011). Tehát a kiadott öntözővíz éppen fedezi a potenciális evapotranszspiráció értékét.

A tenyészedények során 5 alkalommal mértük a tenyészedényekben a nedvességtartalmakat abból a célból, hogy ellenőrizzük, a kezeléseknek megfelelően alakult-e a nedvességszint. A méréseket a HH2 helyszíni talajnedvesség- és elektromos vezetőképesség mérő készülékkel mértük, amely méri még a hőmérsékletet (T) is. A 2021. június 8-án mért adatokat a 3. számú táblázatban mutatom be. A fajták jelölése: 1. MV Nemere, 2. GK Szilárd, 3. Caussade Sothys.

3. táblázat. A talaj nedvesség- és sótartalmának alakulása kezelésként a vizes kísérletben 2021.06.08. (Szarvas, 2021)

Fajta/Ism	1. Kezelés (VKsz 40%)			2. Kezelés (VKsz 60%)			3. Kezelés (VKsz 80%)		
	Nedvesség	EC	T	Nedvesség	EC	T	Nedvesség	EC	T
	v/v%	mS/m	°C	v/v%	mS/m	°C	v/v%	mS/m	°C
1/1	9,1	203	28,0	20,6	165	23,6	20,0	163	23,4
1/2	8,8	212	26,0	16,8	178	26,9	18,0	217	23,7
1/3	9,9	229	26,0	16,9	172	25,5	19,9	190	25,0
Átlag:	9,3	215	26,7	18,1	172	25,3	19,3	190	24,0
2/1	11,6	222	25,0	15,9	190	23,1	19,4	165	23,0
2/2	9,8	273	24,6	17,9	204	23,1	17,4	186	22,4
2/3	8,9	240	25,6	13,8	209	24,4	20,3	183	23,8
Átlag:	10,1	245	25,1	15,9	201	23,5	19,0	178	23,1
3/1	9,9	225	25,4	14,5	192	24	17,3	171	23,7
3/2	9,7	158	25,0	16,7	264	23,7	18,1	172	22,9
3/3	10,7	226	25,5	13,7	194	25,1	17,1	184	24,2
Átlag:	10,1	203	25,3	15,0	217	24,3	17,5	176	23,6

A mérési eredményeket megvizsgálva láthatjuk, hogy az öntözéseket követően, ami általában reggel 8-9 óra között történt, az edényekben kezelésként kiegyenlítődik a nedvességtartalom és egy óra elteltével beáll a tervezett szintre. Az elméleti nedvesség 1. kezelésben 10 térfogat %, a 2. kezelésnél 15 térfogat % és a 3. kezelésnél 20 térfogat %.

A mérés napján a fólián kívül a léghőmérséklet maximuma 29,09 °C volt, egy közelben lévő mini meteorológiai állomás adatai szerint. A tenyészedényekben a hőmérsékleti értékek átlagai alapján látható, hogy a mérés időpontjában - 10-11 óra között - már 23,6 - 26,7 °C közötti a hőmérséklet. Megállapítható, hogy minél nedvesebb a talaj, annál alacsonyabb a hőmérséklet az edényben, annál lassabban melegszik fel. Ennek az az oka, hogy magas a víz fajhője, több energia szükséges a felmelegedéséhez, mint a szárazabb talaj esetében, valamint a magasabb nedvességű talaj felszínéről a hőmérséklet emelkedésekor gyorsabb a párolgás, ami szintén hőelvonással jár.

A vizes kezeléseknél a sótartalomra utaló fajlagos elektromos vezetőképességi értékek (EC) a talaj tápanyagszintjére adnak tájékoztatást. Minél magasabb az EC értéke, annál

magasabb a sótartalom (tápanyagtartalom) a talajban. A sók mennyiségén kívül befolyásolja az EC értéket a sók minősége, a hőmérséklet és a nedvességtartalom is. A műszer hőmérsékleti kompenzációval számol és a kijelzett EC értékeit 20 °C-ra adja meg.

Az EC értékeit vizsgálva láthatjuk, hogy kezelésenként a víztartalom növekedésével csökken a vezetőképességi érték, hígul a talajoldat, de azonos kezelésen belül a fajták között is van különbség. Mivel minden edény azonos mennyiségű tápoldatot kapott, az eltérés oka lehet, hogy a különböző fajták víz- és tápanyagfelvételében is van eltérés.

3.1.2. A különböző vízádagok hatása a biomassa mennyiségére

A 4. táblázat adatait megvizsgálva látható, hogy a tenyészedényenként elért legnagyobb biomassa tömeget mindhárom kezelés esetében a C Sothys francia búza érte el. A leggyengébben az MV Nemere teljesített, de ezt a gyenge eredményt a legnagyobb gyökértömeggel érte el mindhárom kezelésben. Meg kell azonban említeni, hogy az állomány április elején átesett egy komoly lisztharmat és szeptóriás levélfoltosság fertőzésen, amit a Nemere nehezen tudott átvészelni. A másik két fajta jobban tudta tolerálni a fertőzést. A lecsökkent levélfelületet a nagyobb gyökértömeggel kompenzálta és alig maradt el termésben a másik két fajtától.

4. táblázat. A szárazságtűrési kísérlet biomassa összetevői tenyészedényenként (Szarvas, 2021)

Fajta/kezelés	Szemtermés		Szalma- termés (g)	Gyökér- tömeg (g)	Összes biomassa (g)	Szem:szalma arány
	(g)	(t/ha)				
Szárazságtűrési kísérlet						
1.MV NEMERE						
1.kezelés	28,62	4,82	39,20	10,31	78,13	1 : 1,37
2.kezelés	42,30	7,12	47,87	11,30	101,47	1 : 1,13
3.kezelés	51,92	8,75	54,70	15,11	121,73	1 : 1,05
2.GK SZILÁRD						
1.kezelés	30,15	5,09	42,80	9,64	82,59	1 : 1,42
2.kezelés	47,00	7,91	54,29	11,12	112,42	1 : 1,16
3.kezelés	53,38	8,99	65,08	12,00	130,46	1 : 1,22
3.C Sothys						
1.kezelés	36,67	6,18	39,58	8,38	84,63	1 : 1,08
2.kezelés	53,04	8,93	50,90	11,25	115,20	1 : 0,96
3.kezelés	66,00	11,12	59,22	12,29	137,51	1 : 0,90

Az összes biomasszában belül, ha megnézzük a szemtermés mennyiségét, szintén a C Sothys a legjobban teljesítő mindhárom kezelésben, 15-20%-kal jobb társainál. A szalmatermést vizsgálva megállapítható, hogy a legtöbb szalmája minden kezelésben a GK Szilárdnak van, de ezt tudtuk róla, tartalmazza a fajta leírása is, hogy tömör szára miatt jelentős a szalmahozama. Ennek megfelelően a szem/szalma arány is a legnagyobb a Szilárdnál, a legkisebb vízadagú 1. kezelésben 1,42, de a víztartalom növekedésével csökken az egységnyi szemtermésre jutó szalma mennyisége. A C Sothys legjobban teljesített az összes biomassza mennyiségében, és a legtöbb szemtermést érte el a legkevesebb szalmával.

3.1.3. A különböző vízadagok hatása a búza beltartalmi mutatóira

A beltartalom vizsgálat előtt fajtánként, kezelésenként a három ismétlésből egy átlagmintát készítettünk, hogy a FOSS Infratec műszeren meg tudjuk mérni a búza minőségét megmutató beltartalmakat. A kísérletben nem szántóföldi körülmények uralkodtak, a növények gyökere csak a vödörben lévő 11 kg talajból tudta felvenni a vizet, illetve a tápanyagot. A fólia alatt sokkal melegebb volt, mint szántóföldi körülmények között, és a talaj is jobban felmelegedett. A növények április végétől naponta kaptak vizet a kezeléseknek megfelelően.

5. táblázat. A vizsgált búzafajták beltartalmi mutatói a vizes kísérletben (Szarvas, 2021)

Fajta/kezelés	Nedvesség %	Fehérje %	Sikér %	Keményítő %	Zeleny mL
Szárazságtűrési kísérlet					
1.MV NEMERE					
1. kezelés	9,9	21,7	47,0	56,3	80,7
2. kezelés	10,6	19,4	46,1	58,5	79,5
3. kezelés	10,6	19	45,7	58,4	78,1
2.GK SZILÁRD					
1. kezelés	10,5	21,8	49,5	59,3	83
2. kezelés	10,6	18,4	42,8	62,6	79,6
3. kezelés	10,6	18,6	42,7	60,3	79,3
3.C SOTHYS					
1. kezelés	10,5	18,2	44,6	61,6	78,5
2. kezelés	10,5	16,7	41,3	63,4	74,8
3. kezelés	10,6	16,2	39,6	63,4	71,2

A műszer belső kalibrációval van ellátva, amit a műszer forgalmazója az aratási szezon kezdetén, az aktuális évjárat minőségi paramétereit alapján frissít egy akkreditált laboratórium hagyományos analitikai módszerekkel történő vizsgálatait alapján. Ez a kalibráció a szántóföldi búzatermesztő területekről származó minták alapján készül. Az 5. táblázat eredményeiből látható, hogy a kísérletben magasabb értékeket kaptunk a fehérje és a sikértartalomra, valamint a Zeleny-index is meghaladja a szántóföldi minták értékeit.

A *fehérjetartalom* mindhárom fajta esetében a legkisebb vízadagos 1. kezelésben a legmagasabb. A fajták közül az első helyen a GK Szilárd, majd az MV Nemere és az utolsó helyen a C Sothys teljesített. Az eredményekből látható, hogy a C Sothys a mennyiségi búzatermelés jó példája, hiszen minden mennyiségi mutatóban (összes biomassa, szemtermés mennyisége) a legjobban teljesített, de a minőséget mutató beltartalom alapján a leggyengébb a három vizsgált fajta közül. A nagyobb vízadagos kezeléseknél csökken a fehérje mennyisége, de csak kismértékben, ahhoz képest, hogy a kiadagolt víz mennyisége a 3. kezelésben duplája az 1. kezelésnek. Irodalmi adatok alapján a fehérjetartalom örökletes fajtatulajdonság, azonban az ökológiai adottságok, a műtrágyázás jelentős mértékben módosítja. A vízellátottsági hiány, az érési időszakban bekövetkező szárazság, nehezebb vízfelvétel (felvehető nedvesség < 0,3DV) kedvezően befolyásolja a minőséget. Az időjárási viszonyokat megvizsgálva látható, hogy júniusban a viaszerés és a teljes érés időszakában egy melegebb periódus volt 35-38 °C-os hőségnapokkal. Ebben az időszakban gyakran szenvedtek a növények a fólia alatt a hőségtől és a vízhiánytól, a reggeli öntözés gyorsan elpárolgott a kis és közepes vízadagú kezeléseknél. A tápoldatot rendszeresen kapták a növények, így nitrogén ellátásuk folyamatosan biztosítva volt, ami a fehérjeképződés szempontjából fontos. A nitrogén beépülése a teljes érésig tart.

A *sikértartalom* esetében látható, hogy ott is a legkisebb vízadagos kezelésben a legmagasabb a mennyisége mindhárom fajtánál. A sikért alkotó vízben nem oldódó fehérjék képződésére szintén kedvező a szárazabb körülmény, a jó N-ellátottság és a magas hőmérséklet. A jó minőségű búzáknál a sikértartalom meghaladja a 35 %-ot. A legjobb eredményt a GK Szilárd érte el 49,5 %-kal, majd az MV Nemere következik 47 %-kal, a C Sothys 44,6 %-ot ért el. Ha megnézzük a nagyobb vízadagos 2. és 3. kezelést, láthatjuk, hogy a legnagyobb mértékű csökkenést a GK Szilárd érte el, tehát ez a fajta a legérzékenyebb az érés időszakában jelenlévő magas nedvességtartalomra, ami a sikértartalom jelentős csökkenését okozza nála. A másik két fajta kisebb mértékben reagál a vízbőségre.

A keményítő a gabona legfontosabb poliszaharidja, a szemek szárazanyagának 60-80 %-a. A szárazság és a nehezebb vízfelvétel a szénhidrátok képződésének nem kedvez. Abban az esetben, ha a szemképződés időszakában bőséges nedvesség áll rendelkezésre a talajban ez elősegíti a szénhidrátok, így a keményítő képződését is (Bocz 1992). Ez megfigyelhető a mi esetünkben is. A száraz körülmények között a legkevesebb a keményítő az MV Nemere fajtában 56,3%, a legtöbb a C Sothysnál 61,6%. Javuló vízellátás hatására a 2. kezelésben, ahol a VKsz 60%-a van jelen nő a mennyisége mindhárom fajtánál, viszont a 3. kezelésnél, VKsz80%-nál már nem nő tovább, sőt a GK Szilárdnál csökken.

A Zeleny-index a búza fehérjét jellemzi mennyiségileg és minőségileg is. A fehérjék duzzadásáról nyújt adatot, értéke akkor jó, ha 30 ml fölött van. A magas sikértartalomhoz hasonlóan a Zeleny-index is nagyon magas értékeket mutat minden fajta, minden kezelésében, az értékek 71,2 - 83 ml között vannak. A legmagasabb értéket a GK Szilárd 1. kezelése érte el, ami a nedvességtartalom növekedésével csak kismértékben csökken. Ennél a fajtánál és kezelésnél volt a legmagasabb a fehérje és a sikértartalom is a vizes kezelésekben. A C Sothys ebben a mutatóban is alul maradt, a legkisebb vízádnál 78,5 ml a Zeleny-index, ami a nedvességtartalom emelkedésével a legnagyobb mértékben csökken és eléri a kezelésekben mért minimumot, a 71,2 ml-t. Az MV Nemere csak egy kicsit maradt alul a mutatóban a 80,7 ml-rel, de a legkisebb mértékben változik a nedvességtartalom emelkedésével. Tehát az eredmények alapján elmondható, hogy a siker minőségét a termesztéskori szárazabb körülmények kedvezően befolyásolják, a nedvességtartalom növekedésével csökken a liszt fehérjéinek duzzadóképessége. A fajták között abban van különbség, hogy a termesztő közeg nedvességtartalmának emelkedésével nem egyforma mértékben csökken a duzzadóképesség, tehát az MV Nemere kevésbé érzékeny a nedvesség változására, mint a C Sothys.

3.2. A sótűrési kísérlet eredményei

3.2.1. A sókezelések hatása a talaj nedvesség- és sótartalmára, hőmérsékletére

A sókezelések abban különböznek a vizes kezelésektől, hogy a tenyészidő alatt rendszeresen, az öntözések alakalmával az öntözővízbe nátriumsó keveréket adagoltunk. Minden tenyészedeny, minden kezelése azonos mennyiségű sóoldatot kapott. A kijuttatott összes vízmennyiség a tápoldattal együtt megegyezett a szárazságtűrési kísérletben, kezelésenként kiadott mennyiséggel. A sóoldat minden literre 3,3g hozzáadott nátrium só

tartalmazott. A tenyészedényenként kijuttatott víz, tápoldat és sóoldat összes mennyiségét a 6. táblázatban mutatom be.

6. táblázat. A különböző kezelésekben kijuttatott víz mennyisége (Szarvas, 2021)

	1. kezelés VKsz 40%			2. kezelés VKsz 60%			3. kezelés VKsz 80%		
	Víz	Tápolda t	Sóoldat	Víz	Tápolda t	Sóoldat	Víz	Tápolda t	Sóoldat
Összes kijuttatott ml	6750	7500	8250	13000	7500	8250	19125	7500	8250
Összes víz+tápoldat+ sóoldat ml			22500			28750			34875
Összes víz+tápoldat+ sóoldat mm			379,0			484,3			587,5

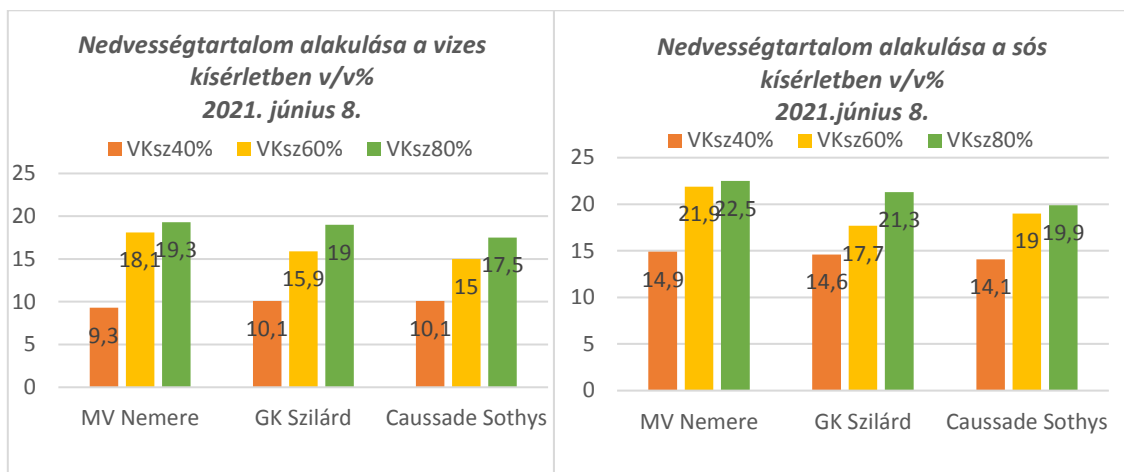
Az egész tenyészidőszakban összesen kiadott 8250 ml sóoldattal 27,2 g nátrium sót vittünk ki, ami a 11 kg talajban megfelel 0,25% vízben oldható összes sótartalomnak. Ez az érték a mérsékeltén sós (szoloncsákos) talajok felső határértéke.

A sótűrési kísérletben június 8-án mért talajnedvesség, EC és talajhőmérséklet értékeket mutatom be a 7. táblázatban.

7. táblázat. A talaj nedvesség- és sótartalmának alakulása kezelésként a sós kísérletben 2021.06.08. (Szarvas, 2021)

Fajta/Ism	1. Kezelés (VKsz 40%)			2. Kezelés (VKsz 60%)			3. Kezelés (VKsz 80%)		
	Nedvesség	EC	T	Nedvesség	EC	T	Nedvesség	EC	T
	v/v%	mS/m	°C	v/v%	mS/m	°C	v/v%	mS/m	°C
1/1	15,0	367	24,9	22,5	288	26,1	24,0	364	24,1
1/2	16,5	326	24,8	19,8	352	24,7	21,7	367	24,0
1/3	13,3	323	25,9	23,4	367	26,0	21,7	271	25,7
Átlag:	14,9	339	25,2	21,9	336	25,6	22,5	334	24,6
2/1	15,3	375	25,6	15,1	320	26,1	20,3	336	24,5
2/2	15,2	343	24,6	20,3	304	24,7	20,6	386	23,2
2/3	13,2	347	26,5	17,8	308	25,2	23,1	384	24,2
Átlag:	14,6	355	25,6	17,7	311	25,3	21,3	369	24,0
3/1	13,2	391	26,6	19,4	275	24,0	20,0	359	24,1
3/2	14,2	281	25,7	16,3	364	24,0	18,4	282	23,5
3/3	14,9	283	26,8	21,3	316	26,6	21,2	347	23,6
Átlag:	14,1	318	26,4	19,0	318	24,9	19,9	329	23,7

Június 8-ig a sós kísérlet 6250 ml sóoldatot kapott az öntözések alkalmával, ami a 11 kg talajban 0,19% vízzoldható só többletet jelent a vizes kísérlethez viszonyítva. Ez a sómennyiség még nem gátolta a búzafajták fejlődését, a búza a közepesen sótűrő növények csoportjába tartozik. A vizes és a sós kísérlet nedvesség adatait a 8. ábrán mutatom be.



8. ábra A nedvességtartalom alakulása a vizes és a sós kísérletben (Szarvas, 2021)

Látható a diagramon, hogy az 1. kezelésnél, ahol a talaj nedvességtartalmát a VKsz40% (10 v/v%) körül tartottuk a vizes kísérletben, az a sóhatás következtében ugyanakkora vízádag mellett 14 v/v% fölé emelkedett. A környezeti hatások ugyanazok voltak mindkét esetben, ami változott, az a talaj sótartalma. A növények a talajoldat sókoncentrációjának növekedésére csökkentik a vízfelvételt, ezáltal csökken a párologtatásuk is. Amikor a sós talajoldat töményebb a növényi nedvnél, a gyökerek vízfelvételének ozmotikus akadályja van, tehát hiába kapnak vizet, nem tudják felvenni. Ilyenkor mutatják a szárazság stressz legjellemzőbb tüneteit, a turgor csökkenését (lankadás), a levélfelület csökkenését, de a gyökérnövekedés gyorsulhat is. Ha megnézzük a 2. kezelés (VKsz60%) nedvesség adatait láthatjuk, hogy a vizes kezeléshez viszonyítva itt is magasabb nedvességeket kaptunk, tehát ennél a kezelésnél kiadott vízádag még nem tudta a talajoldatot olyan szintre hígítani, hogy a növények vízfelvétele ne legyen gátolt. A 3. kezelés esetén (VKsz80%) már megközelíti a nedvességtartalom a vizes kezelés értékeit.

A fajlagos elektromos vezetőképességi értékeket (EC) vizsgálva azt láthatjuk, hogy értékei magasabbak, mint a vizes kísérletben, tehát mutatja a hozzáadott só EC-t növelő hatását.

3.2.2. A sókezelések hatása a biomassa mennyiségére

A 8. táblázat adatait vizsgálva látható, hogy a sótűrési kísérletben a legnagyobb biomassa tömeget a legkisebb vízadagos VKsz40% kezelésben a GK Szilárd érte el (85,91g), majd alig lemaradva követi a C Sothys (84,57 g) és meg is tartja vezető helyét a másik két kezelésben is. Az MV Nemere a sótűrési kísérletben is a leggyengébben teljesített az összes biomassa alapján és a vizes kezeléssel ellentétben itt a legkisebb gyökértömeggel. A hasznos, ép levélfelülete lecsökkent a szeptóriás levélfoltosság következtében, de a sós körülmények miatt ezt nem tudta kompenzálni a gyökér növekedéssel, mint a vizes kísérletben.

8. táblázat. A sótűrési kísérlet biomassa összetevői tenyészedényenként (Szarvas, 2021)

Fajta/kezelés	Szemtermés		Szalma- termés (g)	Gyökér- tömeg (g)	Összes biomassa (g)	Szem:szalma arány
	(g)	(t/ha)				
Sótűrési kísérlet						
1.MV NEMERE						
1.kezelés	26,69	4,50	42,33	9,42	81,44	1 : 1,43
2.kezelés	41,10	6,92	49,91	7,97	98,97	1 : 1,21
3.kezelés	56,70	9,55	54,41	12,02	123,13	1 : 0,96
2.GK SZILÁRD						
1.kezelés	30,42	5,12	44,24	11,25	85,91	1 : 1,45
2.kezelés	46,08	7,76	54,57	11,26	111,91	1 : 1,18
3.kezelés	58,90	9,92	64,37	16,86	139,95	1 : 1,09
3.C Sothys						
1.kezelés	34,15	5,75	40,65	9,78	84,57	1 : 1,19
2.kezelés	52,81	8,90	48,68	11,44	112,92	1 : 0,92
3.kezelés	69,58	11,72	60,19	15,00	144,78	1 : 0,87

A tenyészedényenkénti szemtermés esetében mindhárom kezelésben a C Sothys megelőzte a másik két fajtát, úgy, mint a szárazságtűrési kísérletben. Ha jobban megnézzük az eredményt, láthatjuk, hogy a 3. kezelésben a termés mennyisége több mint a duplája az 1. kezelésnek. Itt meg kell jegyezni, hogy az öntözések alkalmával, a víz adagok szétválasztása után, a 3. kezelés kétszer annyi vizet kapott, mint az 1. kezelés.

A kísérlet folyamán mért adatokon statisztikai értékelést is végeztünk. A varianciaanalízis eredményei alapján több megállapítást lehet tenni. A szemtermésmennyiség emelkedésére a vízadagok növelése, végső soron tehát az öntözés szignifikáns hatással van. Az emelkedő vízadagok hatására kimutatható növekedés volt tapasztalható a terméseredményekben.

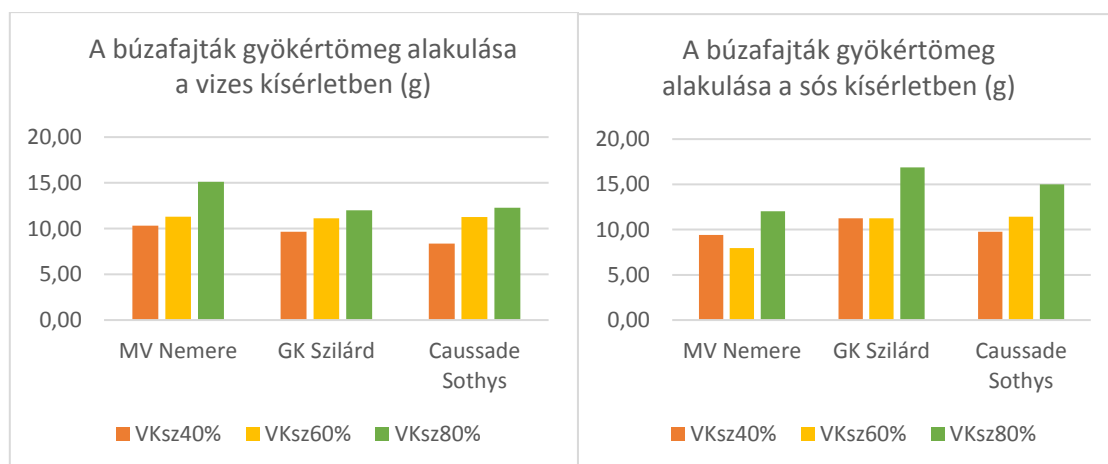
Ugyan így szignifikáns kapcsolat állapítható meg a szemtermés és a fajták között. Ahogy a 9. táblázatban is látható, az eltérő genotípusok genetikai potenciálja igazolhatóan hatással van az elért terméshozamra.

Továbbá meg kell említeni, hogy a sós közeg hatása a terméseredményre szignifikánsan nem bizonyítható, a kapott eredmény hibahatáron belül található.

9. táblázat. A szemtermés eredmények (g) megbízhatósági határértékei

A szemtermés eredmények (g) megbízhatósági határértékei				
Vízadag	Átlag	Hiba	95%-os megbízhatósági határérték	
			Alsó határ	Felső határ
VKsz40%	31,628	,750	30,119	33,137
VKsz60%	47,050	,750	45,541	48,559
VKsz80%	59,428	,750	57,919	60,937
Sótartalom	Átlag	Hiba	95%-os megbízhatósági határérték	
			Alsó határ	Felső határ
Sókezelés nélkül	45,459	,612	44,227	46,691
Sóval kezelt	46,611	,612	45,379	47,843
Fajta	Átlag	Hiba	95%-os megbízhatósági határérték	
			Alsó határ	Felső határ
Mv Nemere	41,722	,750	40,213	43,231
GK Szilárd	44,339	,750	42,830	45,848
Caussade Sothys	52,044	,750	50,536	53,553

A szalmatermést vizsgálva ugyanaz az eredmény, a GK Szilárd a legnagyobb szalmát növeszti sós közegben is, és a szem/szalma arány is a legnagyobb. Legkisebb szalmát a Sothys nevel mindhárom kezelésben. Az MV Nemere a lecsökkent gyökértömeggel nagyobb szalmát növesztett, mint a vizes kísérletben.



9. ábra A búzafajták gyökértömegének alakulása a vizes és a sós kísérletben (Szarvas, 2021)

A vizes és a sós kísérlet gyökértömegeinek összehasonlítását a 9. ábrán láthatjuk. A diagramon látható, hogy a vizes kísérletben mindhárom fajtánál a növekvő vízadagok hatására növekszik a gyökér mennyisége is. A legnagyobb arányú növekedés az MV Nemere VKsz80%-os kezelésnél látható. A GK Szilárd kiegyenlített gyökértömege alig változik a növekvő vízadagok hatására. A C Sothys a legkisebb gyökértömeggel érte el a vizes kísérletben a legnagyobb biomasszatömeget és szemtermést.

Sós körülmények között mindhárom kezelésben az MV Nemere kisebb gyökeret fejleszt a csökkent levélfelülettel, ami következtében a szemtermése is a legkisebb lesz. A GK Szilárd a szárazság- és sóstressz hatására növeli a gyökértömegét a VKsz40%-os vízadagnál, és szemtermésben eléri ugyanazt a szintet (30,42g), mint a vizes kezelésben (30,15g). A VKsz60%-nál nem változik jelentősen sem a gyökértömeg, sem a termés mennyisége a vizes kezeléshez viszonyítva (nem volt stressz helyzetben), még a legnagyobb vízadagnál, a vizes kísérletet is meghaladó gyökértömeget növesztett, ezzel a szemtermés is növekedett. A C Sothys a kis és nagy vízadagnál növelte meg a gyökértömegét a közepes vízadagnál nem változott jelentősen a mennyisége. Száraz és sós körülmények között a vízfelvétele már olyan szinten gátolt, hogy csökkent a szemtermés mennyisége, a közepes vízadagnál stagnál, míg a nagy vízadag esetében már felhígul a talajoldat, a gyökerek vízfelvétele és ezzel együtt a tápanyagfelvétel is rendeződik, növekszik a termés a vizes kezelést (66g) is meghaladóan (69,58g).

A statisztikai vizsgálat alátámasztotta, hogy a gyökértömeg változásában szignifikáns hatása csak a vízellátásnak volt. Sem a sótartalom, sem a fajták nem okoztak szignifikánsan kimutatható különbséget.

3.2.3. A sókezelések hatása a búzafajták beltartalmi mutatóira

A FOSS Infratec beltartalom elemző műszeren mért beltartalmi mutatók értékeit a 10. táblázatban mutatom be. A fehérje tartalmakat megvizsgálva láthatjuk, hogy a sókezelések nem befolyásolták jelentősen a búza minőségét mutató paramétereket. A legalacsonyabb értéket itt is a C Sothys érte el a három fajta közül, de még mindig a szántóföldi átlagtól magasabb az érték. A sikértartalom esetében a GK Szilárd növelni tudta mindhárom vízadagnál a mennyiséget, az MV Nemere nem reagált a sóhatásra, a C Sothysnál sincs jelentős változás. A keményítő tartalom esetében szintén alig van észrevehető változás a sós kezelésekből. A Zeleny-index értékeinél alig észrevehető emelkedés figyelhető meg a só hatására.

10. táblázat A vizsgált búzafajták beltartalmi mutatói a sós kísérletben
(Szarvas, 2021)

Fajta/kezelés	Nedvesség %	Fehérje %	Sikér %	Keményítő %	Zeleny mL
Sótűrési kísérlet					
1.MV NEMERE					
1. kezelés	8,6	21,8	47,6	56,4	79,9
2. kezelés	9,5	19,1	46,4	58,7	79,6
3. kezelés	9,6	18,8	46	59,2	78,5
2.GK SZILÁRD					
1. kezelés	9,4	22,3	51,3	58,5	83,4
2. kezelés	9,5	19,5	46,8	61,2	81,4
3. kezelés	9,6	18,8	44,6	61,4	80,2
3.C Sothys					
1. kezelés	9,4	18,7	45,6	60,8	80,5
2. kezelés	9,6	16,7	40,8	64	73,5
3. kezelés	9,6	15,8	37,2	64,3	69,2

A varianciaelemzés alapján a 11. táblázatban a sikértartalom (%) megbízhatósági határértékei láthatóak. Megfigyelhető, hogy mind a vízadag, mind a fajta és még a sótartalom is meghaladta a szignifikáns határértéket.

A statisztikai értékelés elvégzése után kijelenthető, hogy a növekvő vízadagok negatívan befolyásolják a sikértartalmat. Minél nagyobb a kijuttatott víz mennyisége a sikerminőségben annál nagyobb romlást tapasztalhatunk.

A sós közeg és a sikértartalom közötti szignifikáns kapcsolat validdá teszi azt a sokak által hangoztatott kijelentést, miszerint” a gyenge minőségű szikeseken természetű a legjobb minőségű búza”.

Az elemzés csak úgy, mint a terméseredményénél bebizonyította, hogy a fajtahatás nem csak a termés mennyiségére, hanem a sikerminőségre is komoly hatással lehet.

11. táblázat. A sikértartalom (%) megbízhatósági határértékei

A sikértartalom (%) megbízhatósági határértékei				
Vízadag	Átlag	Hiba	95%-os megbízhatósági határérték	
			Alsó határ	Felső határ
VKsz40%	47,678	,346	46,982	48,373
VKsz60%	43,850	,346	43,154	44,546
VKsz80%	42,594	,346	41,899	43,290
Sótartalom	Átlag	Hiba	95%-os megbízhatósági határérték	
			Alsó határ	Felső határ
Sókezelés nélkül	44,256	,282	43,688	44,823
Sóval kezelt	45,159	,282	44,591	45,727
Fajta	Átlag	Hiba	95%-os megbízhatósági határérték	
			Alsó határ	Felső határ
Mv Nemere	46,472	,346	45,777	47,168
GK Szilárd	46,167	,346	45,471	46,862
Caussade Sothys	41,483	,346	40,788	42,179

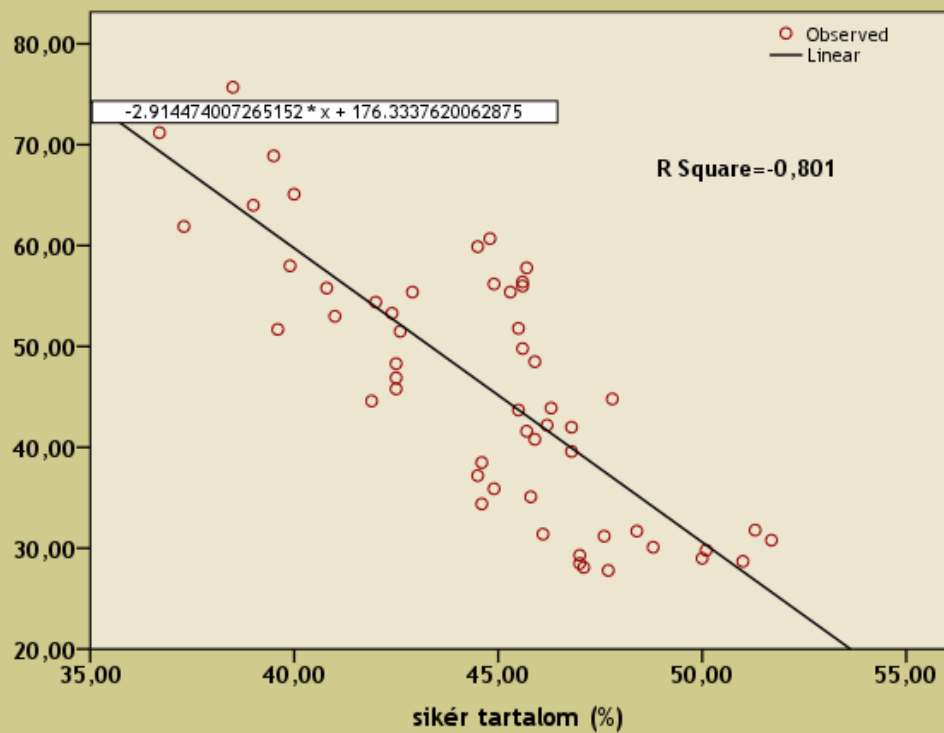
A statisztikai értékelés során megvizsgáltuk, hogy a termés mennyisége és a sikértartalom között milyen irányú, és szorosságú összefüggés található. A korrelációanalízis azt mutatta meg, hogy a szignifikancia megléte mellett szoros a kapcsolat, valamint az együttmozgás ellentétes irányú.

12. táblázat. A szemtermés és a sikértartalom korrelációs elemzése

Correlations			
		Termés	Sikér
Termés	Pearson Correlation	1	-,801**
	Sig. (2-tailed)		,000
Sikér	Pearson Correlation	-,801**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).			

A regresszióelemzés segítségével tovább nőtt a bizonyosság, miszerint minél magasabb a szemtermés nagysága, annál alacsonyabb a termés sikértartalma. Vagyis újra bebizonyosodott a megállapítást, hogy a magas terméshozam általában a minőség minimális csökkenésével jár együtt. A termés – minőség negatív összefüggését a szakirodalmi hivatkozások sok esetben megemlítik (Bocz 1992, Győri és Győriné 1998, Antal 2005), amelyet a kísérletünk során mi is meg tudtunk erősíteni.

Az őszi búza szemtermése (g) és a sikértartalom közötti regressziós összefüggés



4. Következtetések, javaslatok

Mindhárom búzafajta igen jól reagált a vízadagok növekedésére. Az összes biomasza változása VKsz40%-ról VKsz 60%-ra nagyobb léptékű volt, mint VKsz60%-ról VKsz 80%-ra. A megnövelt sómennyiség hatására az összes biomasza mennyiségében nem történt csökkenés, vagyis ismét bebizonyosodott az, hogy a búza, mint közepesen sótűrő növénynek a kísérlet alatt adott sómennyiségnek nemvolt negatív hatása. A 27,23g nátrium só, amit 8250ml oldattal juttattunk ki a sókezelés alkalmával, véleményünk szerint nem elégséges ahhoz, hogy nagymértékű változás legyen mérhető. A jövőbeli kísérletek alkalmával a sómennyiség növelését lehet javasolni, a stresszhatás fokozására. Gyökértömeg növekedés volt tapasztalható a nagyobb vízadagok következtében, viszont a megnövekedett só hatására szignifikáns kapcsolat nem volt kimutatható.

A szemtermés mennyiségének változásánál ismételten el lehet mondani, hogy a három genotípus a vízadagok növelésére igen jól reagáltak. A Legtöbb termést C Sothys produkálta, a legnagyobb hozamot a sós közegben érte el. A legkisebb hozamot az Mv Nemere adta, viszont meg kell említeni, hogy komoly lisztharmat és szeptóriás levélfoltosság fertőzésen esett át, ami valószínűleg rontotta a terméseredményt.

A minőségvizsgálati eredmények azt mutatták meg, hogy a növekvő öntözővíz hatására a három vizsgált fajta minőségi paraméterei folyamatosan romlottak. A nagyobb elérhető vízmennyiség negatívan befolyásolja a minőséget, de a sós közeg hatására a csökkenés üteme lassul. Valószínűleg az eredménynek köze van ahhoz, hogy a só hatására a növény kevesebb vizet tud felvenni, amit a talaj nedvességtartalmának vizsgálatai is igazolnak.

A francia C Sothys terméseredményei alapján jobban ajánlható a mennyiségi búzatermesztésre berendezkedőknek. A nagyobb hozam kompenzálni tudja az alacsonyabb minőséget. Ellenben, ha a gazdálkodó a magasabb minőség elérésére törekszik, akkor a két magyar fajta vetése lehet a megoldás. Ha fontos a melléktermék, akkor javasolható a GK Szilárd, hiszen egységnyi szemtermésre jutó legnagyobb szalmával rendelkezik. A GK Szilárd és a C Sothys betegség elleni toleranciájára enged következtetni az, hogy ugyan megjelent rajtuk a gombabetegség, mégis az MV Nemere viselte meg jobban a fertőzés.

A kísérlet 1. kezelésében a VKsz40%-án tartottuk a talaj nedvességtartalmát, ami a holtvíz körüli vízmennyiségnek felel meg. A terméseredmények alapján elmondható, hogy a búzafajták jól hasznosítják a nehezen hozzáférhető vizet. Javasolható, hogy a következő kísérlet tervezésekor egy negyedik kezelés beállítása, ahol az öntözések gyakoriságát tovább lehetne csökkenteni, ezáltal a szárazon állás időtartama tovább növelhető.

Összefoglalás

Nyugodtan mondhatjuk azt, hogy a búza a világ egyik legjelentősebb gabonaféléje. Szerepe a népelelmezésben kiemelkedő, ezt megközelíteni, mint növényi táplálék csak a rizs tudja. Ahogy a világon sok helyen, úgy Magyarországon is az őszi búza az a növénykultúra, ami előkelő szerepet tölt be mind a vetésterület, mind a humán táplálkozás vonatkozásában. Napjainkban két fontosabb szempont mentén fogalmazódnak meg kérdések a hazai búzatermesztéssel kapcsolatban. Az egyik, hogy a gazdálkodó mennyiségi búzatermesztést folytasson, vagy inkább a minél jobb minőség elérése legyen a célja. A másik pedig, hogy a globális klímaváltozás következtében, a szélsőséges évjáratok megszaporodása, végsősoron a növény ökológiai feltételeinek romlása milyen hatással lehet a búza növekedésére, termés hozamára. Ezért fontos tudnunk, hogy a különböző stresszfaktorok (szárazság-, hő-, sóstressz), milyen mértékben befolyásolják a növény vegetatív, generatív fejlődését, valamint, hogy az öntözéssel mennyire lehetünk képesek ezeket a hatásokat tompítani.

2020 őszén lehetőségem adódott becsatlakozni a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Környezettudományi Intézetének, Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszéke galambosi kísérleti telepén indult, őszi búzafajták szárazság- és sótűrését vizsgáló kísérletébe. A kísérlet három búzafajtát, név szerint az MV Nemere, a GK Szilárd és a Caussade Sothys fejlődését követte nyomon VKsz40%, VKsz60% és VKsz80% nedvességszintek mellett, valamint vizsgáltuk ugyanezen genotípusok viselkedését sós közegben is. A kísérletben használt talaj és az öntözések során kijuttatott tápanyagmennyiség mindhárom fajtánál megegyezett.

Vizsgálataink és a dolgozatomban a következők megválaszolására törekedtem:

- az összes biomassa változása sós és nem sós közegben a vízádagok növekedésére,
- a szemtermés változása sós és nem sós közegben az emelt vízmennyiség következtében,
- a gyökértömeg arányának alakulása a kiadott víz és só függvényében,
- a minőségi paraméterek változása az öntözés hatására, valamint a sós környezet módosító hatása,
- a kísérlet alatt vizsgált fajták közötti különbségek feltárása.

Mindhárom búzafajta a növekvő vízádagokat meghálálta, látványosan megnövekedett az összes biomassa tömeg az emelt adagú öntözéstől. Az 1. és a 3. kezelés között 51-71%-os

összes biomaszatömeg növekedés volt tapasztalható, viszont meg kell jegyezni, hogy a 1. és a 2. kezelés között az ugrás nagyobb léptékű. A legnagyobb összes tömeget a C Sothys érte el, nem sokkal lemaradva pedig a GK Szilárd következett.

A szemtermés mennyiségének változását pozitívan befolyásolta az emelt vízádagok. Az eredményeket a statisztikai elemzés is megerősítette, a vízádagok és a szemtermés tömege között szignifikáns kapcsolat figyelhető meg. Ellenben a sós körülmények és a terméseredmény között a varianciaelemzés nem talált szignifikáns kapcsolatot. Ennek ellenére a kísérletben a legnagyobb produktumot a C Sothys érte el sával kezelt körülmények között, amit, ha átváltunk hektárra, akkor 11,72 tonna terméseredmény kapunk. A C Sothys után a sort a GK Szilárd, majd az MV Nemere folytatta.

A statisztikai vizsgálat alátámasztotta, hogy a gyökértömeg változásában szignifikáns hatása csak a vízellátásnak volt. Sem a sótartalom, sem a fajták nem okoztak szignifikánsan kimutatható különbséget.

A minőségi mutatókra az emelt öntözővíz mindhárom genotípusra hatással volt. A legalacsonyabb vízádagnál volt tapasztalható a legjobb minőségi paraméterek, amik az emelt vízádagok következtében folyamatosan csökkentek. Kijelenthető tehát, hogy az öntözés negatívan befolyásolja a minőséget. Sóstressz hatására a minőségi mutatók (fehérje-, sikértartalom, Zeleny index) romlása kisebb mértékű, mert a növény vízfelvétele a sók hatására lecsökken, amit a talaj nedvességtartalmi vizsgálata is megerősítettek. A statisztikai elemzés kimutatta, hogy a beltartalmi értékek tekintetében nemcsak a vízádagok mennyisége, valamint a talaj sótartalma, hanem a fajták között is szignifikáns kapcsolat található.

A statisztikai vizsgálatok folyamán korreláció elemzést végeztünk a szemtermés mennyisége és a sikértartalom között. Az eredmények szignifikáns kapcsolatot mutattak, méghozzá szoros és ellentétes irányút. Az ennek következtében elvégzett regresszióanalízis megerősítette azt a megállapítást, hogy a terméseredmények emelkedése csak a minőség romlásával lehetséges.

A kísérletben részt vett fajták tulajdonságai között eltérések voltak tapasztalhatók. A C Sothys magas szemtermésmennyiség mellett alacsonyabb beltartalmi értékeket ért el. A két magyar fajta a minőségi búzatermesztésre lehet alkalmas, a francia típus az alacsonyabb minőséget a nagyobb hozammal tudja kompenzálni. A GK Szilárd az egységnyi szemtermésre jutó legnagyobb szalmával rendelkezik. Az MV Nemere a gombabetegségekre fogékonyabb, de a növényvédelmi beavatkozások után a termés mennyisége és minősége így is kielégítő maradt.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Akinci S., Lösel M.D. (2012): Plant Water-Stress Response Mechanisms, WaterStress, Prof. IsmailMd. Mofizur Rahman (Ed.), ISBN: 978-953-307-963-9, In Tech, DOI: 10.5772/29578
2. Antal J. (2005): Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztés alapjai. Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 391 p.
3. Ágoston T., Pepó P. (2005): Őszibúza-fajták termőképességének és betegség ellenállóságának vizsgálata. Növénytermelés, 54(5-6), 387-401 p.
4. Balla K., Veisz O. (2007): A kalászosok minőségének változása hő- és szárazságstressz hatására. Acta Agronomica Óváriensis, 49(2), 451-455 p.
5. Barabás Z. (szerk.) (1987): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 538 p.
6. Bedő Z., Láng L. (2019): Fajtahasználat a magyar búzatermesztésben. Gazdálkodás, 63(4), 278-289 p.
7. Béltéki I. (2019): Őszi búza fajtákkal végzett kísérletek a tájnak megfelelő fajták kiválasztására. Doktori (PhD) értekezés, SZIE, Gödöllő, 162 p.
8. Birkás M., Gyuricza Cs., Percze A. (2001): A javító, fenntartó és kímélő talajművelés. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában. Gödöllő, 2001. május 17-18, 45-52 p.
9. Bocz E. (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 257 p.
10. Bocz E. (szerk.) (1992): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 887 p.
11. Bocz E. (2005): A modern magyar növénytermesztés alapjai. Korszakváltás a hazai mezőgazdaságban: a modern növénytermesztés alapjai. Debrecen, 2005. november 8., 9-21 p.
12. Budavári K. (szerk.) (1978): Mezőgazdasági vízhasznosítás. Öntözés. A Vízügyi Dokumentációs és Továbbképző Intézet és a Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat kiadványa, Budapest, 627 p.
13. Csajbók J. (2004): A növénytermesztési tér vízgazdálkodása. Debreceni Egyetem jegyzet, Debrecen, 161 p.
14. Csajbók J. (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. Debreceni Egyetem jegyzet, Debrecen,
15. Dudits D. (2006): A búza nemesítésének tudománya. A funkcionális genomikától a vetőmagig. MTA Szegedi Biológiai Központ – Winter Fair Kft., Szeged, 334 p.
16. Fedor B., Szűcs I. (2017): Egyes öntözőberendezések használatának költség/haszon elemzése a csemegekukorica termesztésben. Gazdálkodás, 61 (5), 398-409 p.
17. Futó Z. (2014): Az őszi búza fungicid technológiájának fejlesztési lehetőségei 2011-2013 között. A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei. Debrecen, 2014. november 21. 67-74 p.
18. Gombos B. (2011): Hidrológia-hidraulika. SZIE jegyzet, 182 p.
19. Guóth A. (2009): Búzafajták szárazságtűrésének élettani indikátorai. Doktori (PhD) értekezés, SZTE, Szeged, 108 p.
20. Győri Z., Győriné M.I. (1998): A búza minősége és minősítése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 83 p.
21. Hidvégi Sz. (2007): Növénytermesztés. Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar jegyzet, Debrecen, 141 p.
22. Jolánkai M., Máté A. (2001): A tápanyag visszapótlás hazai szimptómái. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában. Gödöllő, 2001. május 17-18, 33-39 p.

23. Kovács A. (szerk.) (1981): Növénytermesztési praktikum. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 386 p.
24. Láng G. (1966): A növénytermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 591 p.
25. Láng G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest, 408 p.
26. Lelley J. – Mándy Gy. (1963): A búza. Akadémia Kiadó, Budapest, 341 p.
27. Lesznyák M. (1997): A termelési tényezők hatása az őszi búza terméselemeire. Növénytermelés 46 (3): 299-311.
28. Loch (2000): A tápanyag-gazdálkodás szerepe a hazai növénytermesztésben. Növény- és talajtudomány a mezőgazdaságban. Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. Debrecen, 2000. augusztus 7. 83-94 p.
29. Magyar G. (1986): A búza világelelmzésben betöltött szerepe. In: Barabás Z. (szerk.): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 538 p., 17-28. p.
30. Márton L. (2002): A csapadék-, a tápanyagellátás és az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) termése közötti kapcsolat. Növénytermelés, 51 (5): 529-542.
31. Nagy É., Kény P., Kondic-Spika A., Grausgruber H., Allahverdiyev T., Sass L., Vass I., Pauk J. (2017): A szárazság- és sóstressz hatásának vizsgálata búza fajtákon üvegházi fenotipizálási kísérletben. Növénytermelés, 66(2), 69-87 p.
32. Nemzeti Élelmiszerlátn-Biztonsági Hivatal (2021): Nemzeti Fajtajegyzék. Szántóföldi növények. Fajtajegyzék, 50 p
33. Nyíri L (1997): Az aszálykárok mérséklése. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 156 p.
34. Pepó P., Györi Z. (1997): A minőségi búzatermesztés meghatározó tényezői. Gyakorlati Agroforum, 8(10), 11-14 p.
35. Pepó P. (2002): A hazai őszi búzatermesztés helyzete és fejlesztési lehetőségei. Gyakorlati Agroforum, 13(9), 2-5 p.
36. Pepó P. (2009): Az elővetemények és a tápanyagok hatása az őszi búza termésére. Agroforum, 20(9), 14-15 p.
37. Pepó P. (2010): A magyar búzatermesztés agronómiai értékelése. Növénytermelés, 59(2), 85-100 p.
38. Pepó P. – Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése. Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése, Debrecen, 86 p.
39. Pepó P. (2014a): Őszi búza (*Triticum aestivum* L.) fajta specifikus tápanyag reakciója. A fenntartható növénytermesztés fejlesztési lehetőségei. Debrecen, 2014.november 21. 186-192 p.
40. Pepó P (2014b): A búza rekordtermésének agronómiai alapjai. <https://agrarium7.hu/cikkek/165-a-buza-rekordtermesek-agronomiai-alapjai> (2021, október)
41. Pethő M. (1993): A mezőgazdasági növények élettana. Akadémia Kiadó, Budapest, 507 p.
42. Petrasovits I., Balogh J. (1975): Növénytermesztés és vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 139 p.
43. Petróczi I. (1998): Néhány gyakorlati szempont a fajtaválasztáshoz a szegedi búzaműhely közhasznú „titkaiból”. Gyakorlati Agroforum, 9(10), 15-16. p.
44. Ragasits I. (1998): Búzatermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 152 p.

45. Ruzsányi L. (2000): Hidrometeorológiai szélsőségek növénytermesztési értékelése. Növény- és talajtudomány a mezőgazdaságban. Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. Debrecen, 2000. augusztus 7. 145-159 p.
46. Shaw, E. B. (1955): A világ gazdaságföldrajza. World Economic Geography, Wiley, New-York
47. Stefanovits P., Filep Gy., Füleky Gy. (1999): Talajtan, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 470 p.
48. Szász G. (2000): A termesztett növények természetes vízhasznosításának trendje. Növény- és talajtudomány a mezőgazdaságban. Talaj, növény és környezet kölcsönhatásai. Debrecen, 2000. augusztus 7. 176-184 p.
49. Tanács L., Csatlós I., Dankó S. (1997): Herbicidkezelt őszi búza-fajták szermaradvány-vizsgálata. Növénytermelés, 46 (3), 235-244 p.
50. Udvari L. (szerk.) (1987): Növénytermesztési technológiák. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 380 p.
51. Wilson K. B., Baldocchi D. D., Hanson P. J. (2001): Leaf area affects the seasonal pattern of photosynthetic capacity and net ecosystem exchange of carbon in a deciduous forest. Plant Cell and Environment, 24., 571-583 p.

Internetes Források

1. http1 https://www.ksh.hu/docs/hun/agrar/html/tabl1_4_3_1.html (2012 október)
2. http2 https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/vet/20210601/fontosabb-novenyek-vetesterulete_2021.pdf (2021 október)
3. http3 https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_valtozasok/Magyarorszag (2021 október)
4. http4 <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/fobbnoveny/2020/index.html>
5. http5 Megéri az őszi búzát öntözni? <https://www.agrarunio.hu/hirek/novenytermesztes/7188-megeri-az-oszi-buzat-ontozni> (2021 október)
6. http6 NaCl hatása növényekre. <http://weblaboratorium.hu/2015/12/02/nacl-hatasa-novenyekre-sostressz-soturokepesség/> (2021 október)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani konzulensemnek Dr. Futó Zoltán egyetemi docensnek, hogy bekapcsolódhattam az Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszéken folyó szárazság- és sóútérési kísérletbe, és hozzájárult Tudományos Diákköri Dolgozatom elkészítéséhez. Szeretném megköszönni a dolgozatom írása közben nyújtott önzetlen segítségét.

Köszönettel tartozom a tanszék dolgozóinak, hogy a kísérlet folyamán segítőkészen és támogatóan álltak hozzám, mely nagyban megkönnyítette dolgozatom elkészültét.

Továbbá köszönettel tartozom Jancsó Mihály tudományos munkatársnak, hogy rendelkezésünkre bocsájtotta a talajnedvesség és sótartalom mérő készüléket, mellyel hozzájárult a helyszíni vizsgálatok elvégzéséhez.

Szeretném megköszönni a 3. évfolyam nappali tagozatos diáktársaimnak, hogy a tavaszi és nyári gyakorlatok keretében segítségemre voltak a búzakísérlet ápolási munkáiban, és a minták feldolgozásában.

Hálával tartozom édesanyámnak Kepenyés Andrásné tanszéki munkatársnak, hogy felkeltette érdeklődésem a tudományos kísérletek iránt. Segítsége és munkája nélkül sem a kísérlet, sem a dolgozatom nem jöhetett volna létre. A növények ápolásában és a minták feldolgozásában nyújtott szerepe kétségbevonhatatlan. A laboratóriumi eszközök, műszerek használatának bemutatásával segítségemre volt abban, hogy a kísérlet részegységeiben folyamatosan pontos eredményeket kaphassak.

Munkám a GINOP-2.2.1-15-2017-00042 számú a „Pannon régió növényeinek genetikai hasznosítása” projekthez kapcsolódott.

A BÚZA (*Triticum aestivum* L.) SZÁRAZSÁGTŰRÉSÉNEK VIZSGÁLATA TENYÉSZEDÉNYES KÍSÉRLETBEN

Examination of drought tolerance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in raisevassel
research

Készítette: **KEPENYES ZOLTÁN**, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,
Környezettudományi Intézet, Szarvas, Vidékfejlesztési agrármérnök, BSc, III. évfolyam

Témavezető: **Dr. Futó Zoltán** egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,
Környezettudományi Intézet, Öntözésfejlesztési és Meliorációs Tanszék, Szarvas

Napjainkban két fontosabb szempont mentén fogalmazódnak meg kérdések a hazai búzatermesztéssel kapcsolatban. Az egyik, hogy a gazdálkodó mennyiségi búzatermesztést folytasson, vagy inkább a minél jobb minőség elérése legyen a célja. A másik pedig, hogy a globális klímaváltozás következtében, a szélsőséges évszakok megszaporodása, végsősoron a növény ökológiai feltételeinek romlása milyen hatással lehet a búza növekedésére, terméshozamára.

2020 őszén lehetőséget kaptam, hogy becsatlakozzam az őszi búzafajtákkal végzett szárazság- és sőtűrésű kísérletbe. A vizsgálatainkat három búzafajtán, a külső időjárási körülményektől elzárta, tenyészedényes módszerrel, különböző nedvességszinten, vizes és sós körülmények között végeztük. Arra voltunk kíváncsiak, hogy a növény vegetatív és generatív fejlődésében milyen mérhető változások jöhetnek létre a stresszfaktorok következtében. A három vizsgált búzafajta terméskeponensei között a stresszhatások eredményeképpen tapasztalható e minőségi és/vagy mennyiségi eltérés, kimutatható e számottevő különbség. Dolgozatom célja, hogy az így kapott eredményeket kiértékeljem és bemutassam.

A kutatási eredmények bebizonyították, hogy mindhárom búzafajta a növekvő vízadagokat meghálálta, látványosan megnövekedett az összes biomassza tömeg az emelt adagú öntözéstől. A szemtermés mennyiségének változását pozitívan befolyásolta az emelt vízadagok, ellenben a sós körülmények és a terméseredmény között szignifikáns kapcsolat nem mutatható ki. A statisztikai vizsgálat alátámasztotta, hogy a gyökértömeg változásában csak a vízellátásnak volt hatása. Sem a sótartalom, sem a fajták nem okoztak szignifikánsan kimutatható különbséget. A minőségi mutatókat az emelt öntözővíz mindhárom genotípusnál befolyásolta. A legalacsonyabb vízadagnál volt tapasztalható a legjobb minőségi paraméterek, amik az emelt vízadagok következtében folyamatosan csökkentek. Kijelenthető tehát, hogy az öntözés negatívan befolyásolja a minőséget. Sóstressz hatására a minőség romlása kisebb mértékű, mert a növény vízfelvele a sók hatására lecsökken, amit a talaj nedvességtartalmi vizsgálatai is megerősítettek. A statisztikai elemzés kimutatta, hogy a beltartalmi értékek tekintetében nemcsak a vízadagok mennyisége, valamint a talaj sótartalma, hanem a fajták között is kimutatható kapcsolat található. A statisztikai vizsgálatok folyamán korreláció elemzést végeztünk a szemtermés mennyisége és a sikértartalom között. Az eredmények szignifikáns kapcsolatot mutattak, még hozzá szoros és ellentétes irányút. Az ennek következtében elvégzett regresszióanalízis megerősítette azt a megállapítást, hogy a terméseredmények emelkedése csak a minőség romlásával lehetséges.