

SZAKDOLGOZAT

Dudás Anna Fruzsina

2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Károly Róbert Campus**

**Növénytermesztési-tudományok Intézet
mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak**

**Talajok állapota, talajok állapotát befolyásoló tényezők,
talajvédelem (Talajmikróba készítménnyel kezelt őszi búza
vizsgálata)**

Belső konzulens: Dr. Láposi Réka
egyetemi docens

Belső konzulens intézete/tanszéke:
Növénytermesztési-tudományok Intézet

Külső konzulens: Dr. Tóth Szilárd
egyetemi docens

Készítette: **Dudás Anna Fruzsina**

Gyöngyös

2023

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS.....	3
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1. A talajok állapotát befolyásoló tényezők, a talajvédelem eszközei.....	5
2.2. A mikroorganizmusok szerepe a talajban.....	7
2.3. Különböző talajbaktérium készítmények sajátosságai	10
2.3.1. A <i>Phylazonit</i> termékcsalád.....	10
2.3.2. A <i>Bactofil</i> termékcsalád	11
2.3.3. A <i>Mikro-Vital</i> termékcsalád	12
2.4. A búza termesztéstechnológiája	13
2.5. Különböző búzafajták és jellemző tulajdonságaik	16
3. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	19
3.1. A kísérleti terület leírása.....	19
3.2. A kísérletek beállítása 2020-ban és 2022-ben.....	20
3.3. A fiziológiai paraméterek mérése <i>in vivo</i> módszerekkel	23
4. EREDMÉNYEK.....	29
4.1. A Mikro-Vital kezelés hatása egyes növényfiziológiai paraméterekre a kalászhányás kezdetén.....	29
3.1.1. A kezelés hatása a SPAD-értékre	29
3.1.2. A talajbaktérium kezelés hatása a fotoszintetikus és védő pigmentekkel, illetve a víztartalommal összefüggő vegetációs indexek értékére	30
3.2. A Mikro-Vital kezelés hatása a termésátlagra és termésminőségre betakarításkor	33
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	39
IRODALOMJEGYZÉK.....	46
TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	53
NYILATKOZATOK	54

1. BEVEZETÉS

Korunk mezőgazdaságának nem egyetlen kihívása a termésmennyiség és -minőség fokozása, hogy megfelelő mennyiségű élelmiszer és ipari alapanyag álljon rendelkezésre. Egyre inkább középpontba kerül az is, hogy mindezt olyan módon érjük el, hogy a termesztéshez felhasznált természeti erőforrásokkal gondosan gazdálkodjunk, ehhez lehetőleg környezetkímélő módszereket alkalmazzunk. A leghatékonyabban úgy érhetjük el, hogy az adott tájnak megfelelő fajtákat választunk, melyek a helyi adottságokhoz legjobban alkalmazkodnak, emellett olyan komplex tápanyagutánpótlási módszereket választunk, mely nem ró fölösleges terhet a környezetre, de elérhető vele az adott fajta maximális terméshezama adott lehetőségek között.

A kompolti (korábbi) Fleischmann Rudolf Mezőgazdasági Kutatóintézet (jelenleg a MATE tagja) a több mint száz éves tevékenysége során kiemelt szerepet vállalt a szántóföldi növények (elsősorban árpafajták) nemesítése mellett a szaktanácsadási tevékenységben is, mellyel segíteni igyekszik a helyi gazdálkodóknak a régió adottságaihoz legjobban alkalmazkodni tudó fajták kiválasztásában és a helyi sajátosságokat figyelembe vevő komplex környezetkímélő tápanyag-utánpótlási rendszerek és növényvédelmi technikák kiválasztásában. A kutatóintézetben számos olyan készítményt tesztelnek, melyek az ország más adottságú régióiban bizonyítottak, viszont a helyi, extrém szélsőséges csapadéeloszlás és csapadékmennyiség miatt nem biztos, hogy ki tudják fejteni az ígért mértékű hatásaikat. Savanyú pH-jó talajon, aszályos körülmények között a talajmikróbák sem tudnak az elvárt szinten dolgozni, ezért kifejezetten érdekesek az itt kapott eredmények, melyek sikerét sok esetben a helyes agrotechnika megválasztása garantálja.

A növénytermesztésben a termésmennyiség és termésminőség szempontjából az egyik legfontosabb befolyásoló tényező a talaj víz- és tápanyagtartalma. Az általunk vizsgált területen a csapadék mennyisége sok esetben elmaradt a sokéves átlagtól eloszlása rapszodikus, amit tovább nehezít, hogy a talaj szerkezete, pH-ja, és vízmegtartó képessége sem optimális a növények szempontjából. A tápanyagtartalom pedig nem egyszerűen a humusztartalmat jelenti, hanem azt, hogy a növények számára felvehető formában elegendő nitrogén-, foszfor-, káliumforrás áll-e rendelkezésre, emellett kielégítő-e a mikro- és nyomelemek mennyisége. E pedig nemcsak attól függ, hogy mennyi műtrágyát adunk a

növénynek, hanem, hogy a talaj élő szervezetei milyen biogeokémiai ciklusokban vesznek részt és milyen formába alakítják át ezeket a tápanyagokat. A talaj ugyanis egy élő rendszer, melyben számos élőlény játszik kulcsfontosságú szerepet, ezek közül a jótékony hatású mikróbák jelenléte a talaj felvehető tápanyagtartalmát erősen befolyásolja, serkentik a szervesanyagok (tarlómaradványok) lebontását, de közvetve részt vesznek a növények patogénekkal szembeni védelmében is.

A tápanyagutánpótlás egyik környezetkímélő módszere a talajmikróbák visszapótlása a talajba, melyet az ökológiai gazdálkodásban is lehet alkalmazni. Ehhez természetesen ismerni kell a talaj sajátosságait, hiszen a savanyú, oxigén-hiányos és száraz talajok ezen talajmikróbák számára sem nyújtanak kielégítő életfeltételeket. Megfelelő talajműveléssel, a talajszerkezet javításával, meszezéssel, a vízmegtartás fokozásával jelentősen javítani lehet ezeken az életfeltételeken.

Számos talajmikróba készítmény elérhető hazánkban a gazdálkodók számára, melyeket többek között a Magyar Talajvédelmi Baktérium-gyártók és -forgalmazók Szövetségének honlapján (www.talajbakterium.hu) részletesen meg lehet tekinteni, és amelyek az agrárökológiai programban is támogatott készítmények. Dolgozatomban az egyik legnépszerűbb, Magyar Termék Nagydíjjal is kitüntetett készítmény (Mikor-Vital, Bio-Nat Kft.) hatásait vizsgáltuk őszi búza fajták élettani paramétereire, többek között olyan in vivo módszerekkel (pl. földi távérzékelés), melyek segítségével nagy számú adat nyerhető elsősorban a fotoszintetikus és védő folyamatokról, tábla méretben is, a növény roncsolása nélkül már a virágzás kezdetén, és kapcsolatba hozható a betakarításkor mérhető termésátlag és termésminőség különbséggel, amelyet a kezelés eredményeképp várunk. A kísérletek kivitelezését 2017-2020 között az EFOP 3.6.1. projekt is támogatta, ennek utolsó évében kapcsolódtam be a vizsgálatokba a Kompolton töltött szakmai gyakorlataim során. A vizsgálatok a projekt zárása után is folytatódtak, így dolgozatomban a 2020-as nagytáblás és a 2022-es kisparcellás kísérlet eredményeit foglalom össze.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A talajok állapotát befolyásoló tényezők, a talajvédelem eszközei

A talaj a Földünk legkülső, laza, szilárd rétege, amely termékeny, tápanyagdús, és a növények termőhelyéül szolgál. Stefanovits Pál meghatározása szerint: „*(A talaj) a Föld legkülső szilárd burka, amely a növények termőhelyéül szolgál.*”

A talaj az alapja az életnek, s nyújtja létfenntartásunk egyik legfontosabb elemét: a táplálékot. Közvetve vagy közvetlenül minden élőlénynek a talaj nyújtja az élelmet. Növényi- és állati maradványokból, kövekből, kavicsokból jött létre. Különböző természeti erők alakították ki évmilliók során (NAK 2020). Domborzati, éghajlati, biológiai, földtani tényezőket és a talajok korát (Dokucsajev-féle felfogás) soroljuk a talajképző tényezők közé. Elsősorban az eső, másodsorban a szél a koptató hatásával, a meleg és a hideg váltakozása, ami miatt a kőzetek kitágultak s összehúzódottak, valamint a hőmérséklet váltakozása befolyásolja a talajban zajló kémiai és fizikai folyamatok sebességét és mértékét, és, hogy a talajon milyen növények élhetnek, illetve a szerves anyagok milyen ütemben bomlanak le (FÜLEKY et al. 2008), napjainkban már maga az ember is befolyásolja a talaj kialakulását. Ha jelentős a csapadékmennyiség és magas a hőmérséklet fokozódik a talajfejlődés, a fagyás-olvadás is befolyásolja a talajképződést. Az éghajlati tényezők hatására kialakult talajokat klímazonális talajoknak nevezzük (SZALAI 2011).

A domborzat hatásain keresztül alakítja a talajképződést a víz (SZALAI 2011), a domborzat befolyásolja az éghajlati tényezők hatását (FÜLEKY et al. 2008).

A talajt számtalan emberi tevékenység is veszélyezteti, többek között az utak, autópályák, épületek építése, a bányászat vagy a talajművelés. A talajművelés talaj rétegeinek művelő-eszközzel végzett fizikai állapotváltoztatása speciális gépekkel, mint például a borona, tárcsa, eke, kombinátor, kompaktor, kultivátor, sorközművelő, talajmaró, talajlazító, tömörítő henger, simító, gyomfésű, gypszezőtető, kőgyűjtő gép. Mivel a talajművelés megtöri a talajt, megbontja a talaj szerkezetét, felgyorsítja a felszíni lefolyást és a talajeróziót. A talajművelés emellett csökkenti a növényi maradványokat, amelyek segítik tompítani a lezúduló esőcseppek erejét.

Az Európai Unió nyolc talajromlási folyamatot határoz meg:

- Erózió

A csapadék talajfelszínt koptató hatása. Sáncok építésével, illetve lejtős területeken a gyepek, erdők jellemző természetes növénytakaró, amely jól védi a talajt a pusztulástól.

- Szervesanyag tartalom csökkenése

Erre a problémára jelentenek megoldást a különböző talajbaktérium készítmények, mint például a Mikro-Vital.

- Szennyezés

Növényvédőszer maradványok, nitrátok és nehézfémek szennyezik a leggyakrabban a talajainkat. Prevención kell legyen a hangsúly, a szennyeződés bekövetkezése után csak drága tisztítási módszerekkel lehet a talajt fertőtleníteni.

- Beépítés
- Tömörödés

Tömődöttség megszüntetése talajjavítással.

- Biodiverzitás csökkenés
- Szikesedés

Nátrium-ionok felhalmozódása révén beszélünk szikes talajról. Kalcium-ionokkal, meszezéssel lehetséges a talajjavítás.

- Hidregeológiai kockázatok (FÜLEKY et al. 2008)

A talajvédelem tíz szabálya

Dr. Stefanovics Pál

1. „Ne foglalj el a természettől több és jobb földet, mint amennyi okvetlenül szükséges!
2. Ne engedd, hogy a víz elrabolja a termőföldet a gondjaidra bízott területről!
3. Ne hagyd, hogy a szél elhordja a földet!
4. Feleslegesen ne taposd, ne tömörítsd a talajt!
5. Csak annyi trágyát, vigyél a talajba, amennyit az elvisel és amennyit a növény kíván!
6. Csak jó vízzel öntözz és csak annyival amennyivel kell!
7. Ne keverj a talajba el nem bomló anyagot, hacsak nem javítási céllal teszed!
8. Ne mérgezd a talaj élővilágát!
9. Őrizd meg a talaj termékenységét, és ha lehet még növeld tovább!”

A talajban a baktériumoktól a magasabb rendű szervezetekig több ezer élő szervezet fordul elő.

Apró mikroszervezetek tápanyagokat szabadítottak fel a tőlük magasabb rendű növények számára, majd később tőlük összetettebb szervezetek is megjelentek, ezzel tovább fokozva a talaj tápanyagtartalmát. Nem csupán mikroszervezetek, hanem egyes kistermetű állatok és növények is képesek a talaj „táplálására” természetes hulladékok kisebb vegyületekké bontásával, őket nevezzük lebontó szervezeteknek. Korszerű műszerekkel már több mint 20 milliárd mikróbát is sikerült kimutatni egy maréknyi talajban. (POLLOCK 1992).

A talaj hemzseg az élettől, az apró mikroorganizmusoktól kezdve az olyan nagyobb állatokig, mint a földigiliszták és a vakondok. Ezek az organizmusok fontos szerepet játszanak a tápanyagkörforgásban, a lebomlásban és a talaj szerkezetében, amelyek viszont támogatják a növények és más életformák növekedését.

A talaj egy összetett rendszer, amely folyamatosan változik, az élő és nem élő összetevők közötti kölcsönhatásokkal. A talajban élő szervezetek dinamikus ökoszisztémát alkotnak. A talaj ökoszisztémájának egészsége kritikus fontosságú a növények egészséges növekedésének fenntartásához, és végső soron a földi élet fenntartásához.

2.2. A mikroorganizmusok szerepe a talajban

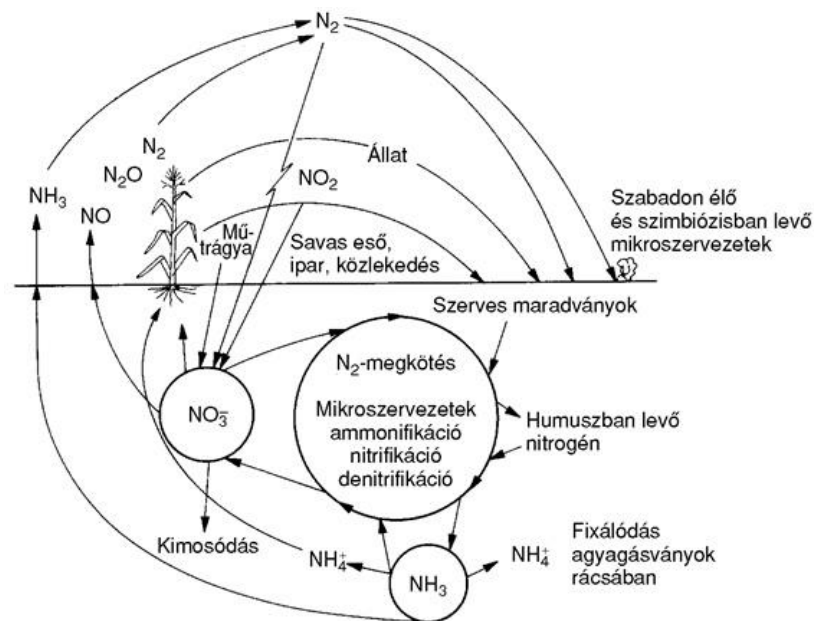
A termőtalaj 1 grammjában átlagosan 100 millió baktérium, 16 millió fonalas baktérium (*Actinobacteria*) és 100 ezer gomba található meg (HELMECZI 2005). Ezek többsége láthatatlanul (az emberi szem számára nem észrevehető módon), mikroszkopikus szinten végzi tevékenységét. A talaj mikroorganizmusai összefoglaló név alatt a vírus, a rickettsia, a mikoplazma, a baktérium, a gomba, az alga és a protozoa csoportokat értjük (NAK 2020). A mikroorganizmusok szabad szemmel nem látható, rendszerint egysejtű élőlények, amelyek nélkül a talaj csak mállott közet. Ha a talajban zajló élet valamilyen hatás következtében elpusztul, felborul a benne rejlő egyensúly, akkor termőképtelenné válik (INTERNET 1). A jótékony hatású mikrobák fokozzák a növények termékenységét és képesek megvédeni a növényt különböző betegségektől, kártevőktől (SZABÓ 2008a,b). A baktériumok alkotják a talajban élő mikroorganizmusok jelentős részét (NAK 2020).

A talajbaktériumok képesek minimalizálni a műtrágyák és a növényvédő szerek káros hatásait (INTERNET 2).

Általában hasadással szaporodnak, nem rendelkeznek valódi sejtmaggal, nagy tűrőképességű, önálló anyagcserét folytató mikroszkopikus szervezetek. Apró méretük ellenére a testtömegük 100-1000-szeresének megfelelő anyagmennyiséget képesek lebontani 24 óra alatt, építő és lebontó folyamatokban is részt vesznek. A bioszféra legkisebb, önálló anyagcserére képes biológiai rendszere a baktériumsejt (KÁTAI 2011).

Mint ahogy minden élőlénynek, a növényeknek is tápanyagokra van szükségük a megfelelő növekedéshez, fejlődéshez, „egészséghez”. Egy talaj, tele tápanyaggal termőtalaj. A termőtalaj az alapja tehát a növénytermesztésnek, nélküle nem tudnának fejlődni a növények, így az állatoknak sem jutna táplálék, illetve nekünk, embereknek sem. A már korábban is említett mikroszervezetek gondoskodnak róla, hogy a talaj egészséges maradjon, hiszen a termőtalajnak mindig a lehető legnagyobb termőképességűnek kell lennie. Vannak, amelyek képesek a levegőből származó nitrogén hasznosítására is, különféle vegyületeket képeznek belőlük, amelyek szintén hozzájárulnak a növények fejlődéséhez.

Az 1. ábrán látható a nitrogén körforgása a természetben, melyben számos talajmikroba is részt vesz.



1. ábra A nitrogén körforgása (Fülek 1999)

Különböző mikroorganizmusok képesek a biológiai nitrogén megkötésére a talajban. Az *Azotobacter* és az *Azospirillum* fajok, illetve a cianobaktériumok, melyek egyszikű

növényekkel élnek asszociációban, vagy a pillangósokkal szimbiózisban élő szimbionta *Rhizobium* és *Bradyrhizobium* fajok (SZABÓ 2008, STEFANOVITS et al., 1999).

A növények a talaj összes nitrogéntartalmának csak minimális részét tudják felvenni NO_3^- és NH_4^+ formájában, nem képesek közvetlenül a légköri nitrogén felvételére, sem a talajba jutó növényi és állati maradványokban, trágyákban megtalálható nitrogént nem képesek megkötni. A mikroorganizmusok a talajba kerülő nitrogénvegyületek mineralizálják, azaz ásványosítják, szervesen összetevőkre bontják, így válik a növények számára felvehetővé (STEFANOVITS et al., 1999). A talaj nitrogénvegyületei, a benne élő mikroszervezetek segítségével, több részfolyamatban alakulnak át szervesen formákká: aminizáció, ammonifikáció, nitrifikáció.

Aminizációkor fehérjék bontódnak le, valamint aminok, aminosav és karbamid szabadul fel. Aerob körülmények között CO_2 és H_2O képződik.

Ammonifikáció, amikor a szerves anyagok nitrogénje ammóniává alakul. Anaerob folyamat, azaz oxigén jelenléte nélkül is végbe megy.

Nitrifikáció az ammónia, ammóniumion átalakulása nitráttá aerob körülmények között, mikroorganizmusok hatására. Két lépésben játszódik le első lépésben nitríté, majd ezt követően nitráttá történik az oxidáció. Ez a folyamat teszi lehetővé a növények számára a nitrogén felvételét.

1888-ban Hellriegel és Willfarth fedezték fel, hogy a gyökérgümős növények gümőiben élő baktériumok képesek megkötni a levegőben található nitrogént, majd saját testük anyagává alakítják, s végül ammóniumion formájában a növény képes hasznosítani. A gümők sejtburjánzás révén jöttek létre a pillangós növények gyökérzetén és a bennük található baktériumok szimbiózisban élnek a növényvel, ezért nagyon gyakori elővetemények a pillangósok (WASS-MATICS 2018).

A mikroorganizmusok és az élettelen anyagok bioeffektorként való alkalmazása a mezőgazdasági művelés egyik alternatív módszere. Egy vagy több mikroorganizmust tartalmazhat (Matics és Biró, 2015).

Schippers (1985) a mikroorganizmusok három hatáskörét ismerteti a növény-talaj-mikroba rendszerekben:

- Növelik a tápanyagellátást és a tápanyagok szállítását, valamint a biológiai nitrogénkötést
- Növelik a növények ellenállóságát a kórokozó patogénekkel szemben parazitizmus, kompetíció, antibiózis, és indukált rezisztencia kiváltása révén.
- Számtalan hormonszerű anyag előállításával és kiválasztásával segítik a növekedést.

Legfontosabb baktériumcsaládok a talajban: az *Arthrobacterek*, *Azotobacterek*, *Bacillusok*, *Clostridiumok*, *Cytophagok*, *Flavobacteriumok*, *Micrococcusok*, *Pseudomonasok*, *Rhizobiumok* és a *Spirochaeták* (FÜLKEY 1999).

2.3. Különböző talajbaktérium készítmények sajátosságai

A talajbaktériumok, a baktériumtrágyák elsődleges szerepe az egyensúly visszaállítása a talajainkban (INTERNET 3).

A talajbaktériumok 2-3 éves használata már komoly előnyöket nyújt. Huzamosabb ideig tartó használatukkal javítható a humifikáció és növelhetik a talaj humusztartalmát. Kutatás szerint mindössze 60 évre elegendő termőtalajunk van, ha továbbra is ebben az ütemben és szemléletben folytatódik a mezőgazdasági termelés. Hazánkban az 1960-as évektől alkalmaznak talajbaktérium készítményeket (MANNINGER és SZEGI 1963).

Kompolton elsősorban Phylazonit, BactoFil és Mikro-Vital készítményeket alkalmaznak, ezek sajátosságait tekintem át részletesebben.

2.3.1. A Phylazonit termékcsalád

A Phylazonit 1978-ra vezethető vissza, azóta hatalmas fejlődéseken ment keresztül. 1996-ban a Phylazonit és a Vajda család összefogtak. Az akkoriban mindösszesen három fős családi vállalkozás mára már több, mint 50 fős céggé nőtte ki magát. Tíz éven keresztül Phylaxia Pharma Rt. termékeként forgalmazták a talajoltó készítményt, majd 2006-ban megvásárolták a Phylazonit védjegyet és a Phylazonit gyártási, forgalmazási jogát is (INTERNET 4).

A gyökérzet felületén szaporodnak fel és fejtik ki kedvező hatásukat a Phylazonit Talajoltó NG termékben található baktériumtörzsek, a *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus circulans*,

Pseudomonas putida, és a *Bacillus megaterium*. Serkentik a gyökerek képződését, ezáltal a tápanyagoknak és a víznek nagyobb felületet biztosítanak. Feloldják a vízoldhatatlan vegyületeket és képesek egyes hormonszerű anyagok termelésére. A levegő nitrogén tartalmának megkötésével és a kötött foszforformák mobilizálásával tápanyaghoz juttatja a növényeket.

Alkalmazását tekintve valamennyi szántóföldi és kertészeti kultúrában használható, a kijuttatandó dózis 10-20 liter/hektár, 100-300 liter/hektár vízmennyiséggel. A kijuttatás vetés, ültetés előtt történik, teljes talajfelületre és azonnal be kell dolgozni. A készítmény a vetéssel egy munkamenetben is kijuttatható, a vetőágyba injektálva (INTERNET 5).

A Phylazonit Tarlóbontó segítségével felgyorsul az elhalt növényi részek lebomlása, tápanyaggá válása. A készítményben lévő baktériumtörzsek, mint például: *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus circulans*, *Bacillus megaterium*, felszabadítják a tarlómaradványokban lévő tápanyagokat, ezáltal a serkentik a talajban lévő életet és javítják a talajminőségét.

A maradványokból lebomló szerves anyagok serkentik a humuszképződést, a rendszeres visszaforgatás miatt javul a talaj szerkezete. Redukálódik a kórokozók élettere, a kezdető fejlődés és a csírázás minősége jelentősen javul.

Kijuttatását tekintve valamennyi szántóföldi és kertészeti kultúrában használható 10-20 liter/hektár mennyiségben. A készítményt közvetlenül a tarlóra vagy szármaradványra kell kijuttatni és rögtön a talajba kell dolgozni (INTERNET 6).

2.3.2. A Bactofil termékcsalád

A BactoFil termékek talajépítő tulajdonságai miatt minőségi változáson megy át a kolloid rendszer, javul a vízmegtartó képesség és a teljes talajszerkezet. (INTERNET 7)

A BactoFil Kalászos termékekben megnövelt *Azotobacter vinelandii* és *Azospirillum brasilense* fokozzák nitrogénmegkötés mértékét és az auxin, gibberrelin növekedési hormonok termelését javítja. Ezek mellett a baktériumtörzsek mellett megtalálható még a termékben a *Bacillus megaterium*, amely a növények számára felvehetővé alakítja a foszfort, és növekedésserkentő (pl. B12 vitamin) anyagokat termel, a *Bacillus polymyxa*, amely lebontja a hosszú szénláncú poliszaharidokat, a *Streptomyces albus* javítja a talaj szerkezetét, és a *Pseudomonas fluorescens*, amely meggátolja a nitrogén elillanását a műtrágyákból,

foszfort mobilizál, és elvonja a vasionokat a kórokozó gombák elől. Kalászos növények talajkezelésére 1,0–1,5 l/ha mennyiségben szántóföldi permetezőgéppel 150–250 l vízmennyiséggel, speciális kijuttató berendezéssel 40–80 l vízmennyiséggel kijuttatva vetés előtt kell a talajba dolgozni. (INTERNET 8)

A BactoFil A10 az egyszikű kultúrákra kifejlesztett baktériumkészítmény. Ezek a termékek a nitrogént a talajban található levegőből kötik meg, majd ammónium-ionná alakítják át és így az a növények számlára felvehetővé válik. Használatával csökken a talajban lévő kórokozók száma. Az *Azospirillum brasilense* és a *Azotobacter vinelandii* megkötik a levegőben található nitrogént, és növekedési hormont, auxint termelnek. A *Bacillus megaterium* a növények számára felvehetővé alakítja a foszfort, a növényi maradványokat humusszá alakítja, és B12 vitamint termel, ami hozzájárul a növény növekedéséhez. Ebben a baktérium komplexben is megtalálhatók a már korábban említett *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens* és *Streptomyces albus* baktériumtörzsek. Egyszikű növények (kukorica, kalászosok stb.) talajkezelésére 1,0–1,5 l/ha mennyiségben szántóföldi permetezőgéppel 150–250 l vízmennyiséggel, speciális kijuttató berendezéssel 40–80 l vízmennyiséggel kijuttatva vetés előtt kell a talajba dolgozni (INTERNET 9).

A BactoFil B 10 a kétszikű kultúráknál alkalmazható baktériumkomplex. Hét baktériumtörzs található benne (*Azospirillum lipoferum*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus circulans*, *Micrococcus roseus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*) melyek a növények számára felvehetővé teszik a nitrogént, foszfort, növekedésserkentő anyagokat és növekedési hormont termelnek, talajszerkezet javító hatásuk van és lebontják a növényi maradványokat. A baktériumok által termelt szideroforok megkötik a vasionokat és olyan antibiotikumok termelnek, amelyek gátolják a kórokozók (pl. fuzárium) szaporodását (INTERNET 10).

2.3.3. A Mikro-Vital termékcsalád

Dolgozatom fő témája a Mikro-Vital talajbaktérium készítménnyel kezelt búza Kompolton. 1997-ben egy magyar tudóscsoport alkotta meg a Mikro-Vital baktériumtrágyát (INTERNET 11).

A Mikro-Vital egy olyan talajbaktérium készítmény, amellyel javíthatjuk a talajaink mikrobiológiai állapotát. A készítmény a talajba juttatva fokozza a növények növekedését

és elősegíti a táplálásukat. *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii* és *Pseudomonas gessardii* baktériumtörzseket tartalmaz, amelyek a levegő nitrogénjét megkötik, a káliumot és foszfort felvehetővé teszik. A baktériumok anyagcseréjükkel fokozzák a gyökérképződést, ennek eredményeként javul a növények tápanyag gazdálkodása, ennek eredményeként egészségesebb állományt kapunk.

A Mikro-Vital talajtrágyának a célja, hogy fokozza és támogassa a talajban élő mikroorganizmusok tevékenységét, illetve a növények tápanyagfelvételét és a stressztűrő képességét. A mikroorganizmusok segítenek a tápanyagok lebontásában és átalakításában, hogy a növények számára felvehetőek legyenek. Emellett segítenek a kórokozók és károsító szervezetek elleni védekezésben is. A készítmény alkalmazható szántóföldi és kertészeti kultúrákban, valamint hajtásban egyaránt. Mindhárom esetben 1-3liter/hektár Mikro-Vital 10 liter vízben feloldva, majd 200-400 liter vízhez keverve az ajánlott kijuttatandó dózis. A kijuttatás történhet szántóföldi permetezőgéppel vagy Mikro-Press elektromos kijuttató berendezéssel (INTERNET 12).

A Mikro-Vital plusz a Mikro-Vitalra épül, a különbség, hogy ez a termék ki lett egészítve plusz egy baktériumtörzssel, a *Bacillus aryabhattai*-val, amely növeli a növények stressztűrőképességét. Tavasszal és ősszel, vetés előtt, a vetéssel egy menetben a sorba kell adagolni, speciális kijuttató berendezésekkel, 1,0-3,0 l/ha mennyiségben, 40-50 l vízzel (INTERNET 13).

A Mikro-Vital C+ egy tarlóbontó készítmény, amely két olyan baktériumtörzset (*Cellulomonas flavigena*, *Paenibacillus peoriae*) is tartalmaz, amelyek jelentősen hozzájárulnak a növényi maradványok, szármарadványok gyorsabb lebontásához, az általuk termelt enzimek segítségével. Ezeken felül *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Pseudomonas gessardii* baktériumokat tartalmaz. Nyári- és őszi tarlókezeléskor kell kijuttatni, 2,0-4,0 l/ha mennyiségben, 40-50 l vízmennyiséggel (INTERNET 14).

2.4. A búza termesztéstechnológiája

Dolgozatomban őszi búza fajtákkal foglalkozom, ezért röviden áttekintem a termesztéstechnológiát. A búza az egyik legjelentősebb és legősibb gabonanövény. Kiváló alkalmazkodó képességgel rendelkezik, ezért termesztése a trópusoktól majdnem a sarkvidékekig folyik, közel 70 országban zajlik (HORNOK 2009). Hazánk

növénytermesztésében is kimagasló szerepet tölt be a búza, 1-1,2 millió ha-on termesztjük. A termésátlagok a 2000-es évek első felében jelentős ingadozást mutattak, majd 2012-től folyamatosan növekedtek. 2016-ban az országos termésátlag elérte az 5,37 t/ha-t (BÉLTEKI 2019).

Őszi búza

Termőhelyigénye: A talajra kevésbé igényes növény, de a mélytermőrétegű, jó vízháztartású, tápanyagban gazdag csernozjom talajok a legkedvezőbbek (PRETTENHOFFER – GRATZL 1961, KOLTAY – BALLA 1982). A sekély termőrétegű talaj alkalmatlan a búza termesztésére (LÁNG 1966).

A mérsékelt éghajlat növénye. Az őszi búza kezdeti fejlődésének az enyhe ősz kedvez, majd a napos december, mert így a növény jobban felkészül a télre, fagyállóbb lesz. (LÁNG 1970a) Tenyészideje átlagosan 290 nap (KOLTAY 1982). Hő- és csapadék igénye közepes, tenyészidőben a vízigénye 420-460 mm. Hőösszeg igénye 2000-2200 °C. (BOCZ et al., 1996).

Vetésváltás: A monokultúra kerülendő, 2 évnél tovább önmaga után nem termesztendő. Előveteményeire érzékeny: gyommentesen és elegendő vízkészlettel hagyják hátra a talajt. Jó előveteményei a hüvelyesek, rost és olajlen, repce, lucerna, vörös here.

Közepes előveteményei a silókukorica, kender, napraforgó, burgonya.

Rossz előveteménye minden későn lekerülő növény, például a cukorrépa, takarmánycirok (RADICS et al. 1994).

Talaj- előkészítés: A búza az alapozó talajmunkára nem, de a magágy minőségére igényes növény. Kellően ülepedett, nyirkos magágyat igényel. Külön alapozó talajmunkára a legtöbb esetben nincs szükség a tarlóhántással és annak ápolásával ez a feladat elvégezhető. Szeptemberben kombinátoros magágykészítés, a magágy mélysége 8-9 cm legyen (RADICS et al. 1994).

Tápanyagellátás: A búza tápanyagigényes növény. Fajlagos tápanyagigénye 100 kg szem és a hozzátartozó szalmatermés biztosításához 2,7 kg N, 1,1 kg P₂O₅, 1,8 kg K₂O, vagyis 5,6 kg NPK hatóanyag (RADICS et al. 1994).

Vetés: Az őszi búza vetése Magyarországon október 1. és 20. között a legoptimálisabb, de CSERHÁTI (1906b) szerint szeptembertől egészen november végéig vethető a búza, LÁNG (1966) szerint pedig még decemberben is, ha nem fagyos a talaj (BÉLTEKI 2019). A vetésmélységet a talajok kötöttsége határozza meg, optimális esetben 4-6 cm. A búzát gabonasortávra vetjük (10-15 cm). Hektáronként elvetett csíraszám 5-5,5 millió legyen (RADICS et al. 1994).

Növényvédelem: A vegyszeres gyomirtás fontos ápoló munkája a búzának, általában állománypermetezéssel történik. Ezen kívül az agrotechnikai gyomszabályozás eszközeit alkalmazhatjuk, ezek közül a legfontosabb a prevenció, vagyis a megelőzés. Ez történhet csávázott vetőmagokkal, illetve megfelelő vetésváltással. Leggyakoribb gyomnövényei a nagy széltippán, mezei acat, parlagfű, apró szulák stb (RADICS et al. 1994).

Leggyakoribb betegségei a különböző rozsdabetegségek, üszöggombák, fuzáriumok.

Betakarítás: A helyesen és időben végzett betakarítás fontos, mert bár a termés mennyiségét és minőségét nem javíthatjuk, elkerülhető a mennyiségi-minőségi romlás (TÓTH 2006). Általában június végén-július elején arathatók a hazánkban termesztett búzafajták. Jellemzően egymenetben, arató-cséplő géppel végzik a teljes érés fázisában (RADICS et al. 1994).

Tavaszi búza

A tavaszi búza vetésterülete hazánkban körülbelül 13-16 ezer hektár. (INTERNET 15) 2019-ben mindössze 5,5 hektáron termesztettek tavaszi búzát, 23,8 tonna volt a betakarított mennyiség (INTERNET 16).

Termőhelyigénye: az őszi búzához hasonlóan a tápanyagban gazdag csernozjom talajokat kedveli. Tenyészideje 120-180 nap, 10-15 napon át 7 °C és 18 °C közötti hőmérsékletet igényelnek a virágzás megindulásához (INTERNET 17).

Talaj-előkészítés: az elővetemény betakarítása után azonnal javasolt megkezdeni, a tarlómaradványok eldolgozásával és a tápanyagok visszapótlásával. A szántás 22-25 cm mélységű legyen, a kombinátorozás mélysége maximum 5 cm.

Tápanyagellátás: 1 tonna szemtermés és a hozzátartozó melléktermés előállításához: 27 kg/t N, 11 kg/t P, 18 kg/t K, 6 kg/t Ca, 2 kg/t Mg, mikroelemek közül a réz és a mangán hiányára érzékeny. (INTERNET 18)

A talajelőkészítés előtti 40-60 kg/ha-os N-adag elősegíti a gyors és egyenletes kelést (INTERNET 19).

Vetés: Vetésmélység 3-4 cm, sortávolság 12 cm legyen. A kelés 3-4 °C talajhőmérsékleten, megfelelő oxigén és nedvességtartalom mellett megindul.

Növényvédelem: Jellemző kártevői a levéltetvek, gabonakabóca, pattanóbogarak, gabonafutrinka, vetésfehérítő bogarak, fritlégy lárvái, illetve a mezei pocok.

Gyakori betegségei a búza csíkos mozaik, a búzafuzáriózis, feketeterosza, sárgarozsa, lisztharmat, szeptóriás levél- és pelyvafoltosság.

Védekezés:

- Megfelelő vetésváltás.
- Rezisztens fajták alkalmazása.
- Csávázott vetőmag.
- Talajfertőtlenítés vetés előtt vagy vetéssel egyidőben.
- Postemergens gyomirtás (INTERNET 20).

2.5. Különböző búzafajták és jellemző tulajdonságaik

Babona

90-100 cm magas, átlagosan bokrosodó fajta. Az átlagosnál jobb minőségű, nagy termést hoz. 2015-ben a legjobb minőségű fajta volt a GOSZ-VSZT kísérletekben. 9t/ha a jellemző termésmennyiség. Télállósága, betegség-ellenállósága kiváló. Állóképessége és alkalmazkodóképessége kitűnő. (INTERNET 21)

Mv Nemere

A martonvásári Nemere búzát 2013-ban ismerték el államilag. 2018-ban ez a fajta nyerte az Agrár Innovációs díjat. Nagy termőképességű, 9-10 t/ha, (INTERNET 22) jó sütőipari minőségű fajta. Őszi búza, optimális vetési ideje október 5-20. Kiváló állóképességgel rendelkezik. Fagyállósága, túlélési % esélye 15 °C hőmérsékleten 42-64%. Jellemző ezermagtömege 45-52 g/1000 db (MARTONVÁSÁRI FAJTAKATALÓGUS 2014-2015).

Mv Nádor

2012-ben lett államilag elismert fajta. Kiváló termőképességgel rendelkezik, jelenleg legbőtermőbb fajták közé tartozik, több évben is 10-11 t/ha termést produkált egyes termőhelyeken (INTERNET 23). Alacsony, jól bokrosodó, kiváló megdőlés-ellenállósággal rendelkező búza. Fagyálló képessége is kiemelkedő, túlélési %-a 15 °C-on 78-94%. Jellemző ezermagtömege 39-48 g/100 db. Optimális vetési ideje október 5 és 20 között van. (MARTONVÁSÁRI FAJTAKATALÓGUS 2014-2015)

Mv Ménrót

Kiváló termés potenciál és betegség-ellenállóság jellemző erre a fajtára. Rozsdagombával szembeni ellenállósága kiváló, de a kalászfuzárium és a lisztharmat szembeni toleranciája is jó. Jellemző ezermagtömege 45-50 g. Télállósága jó, állóképessége nagyon jó. 2019-ben Kompolton, üzemi kísérletben 9,36 t/ha volt a termése (INTERNET 24).

Mv Krajcár

Ezt a fajtát is kiváló termés potenciál, 7,0-9,0 t/ha, és állóképesség jellemzi. Szárazságtűrő, legtöbb gombabetegség elleni toleranciája jó (INTERNET 25).

Mv Kolo

2006 óta államilag elismert fajta, Romániában és Horvátországban elismerték. Kalászfuzáriummal szemben az átlagosnál ellenállóbb fajta. Termőképessége jó, 6,0-8-0 t/ha. Ezermagtömege 40-45 g (MARTONVÁSÁRI FAJTAKATALÓGUS 2014-2015).

Mv Felleg

Bőtermő, 8,5-9,5 t/ha. Télállósága és állóképessége kiváló. Szárrozda elleni toleranciája kimagasló. Ezerszemtömege 40-45 g (INTERNET 26).

Mv Kondás

2018-ban szemtermése elérte a 9,4 t/ha-t, átlagos termésmennyisége 9,0-11,0 t/ha. Nyersfehérje- és nedvessikér-tartalma a jó minőségű malmi búzáknál alacsonyabb. Kiváló betegség-ellenállósága van (INTERNET 27).

Mv Pelsodur

Korai, bőtermő, magas sárgapigment-tartalmú, erős sikérszerkezetű, őszi durumbúza fajta. Szárzészta gyártáskor kiváló. Több kórokozóval szemben ellenálló.

Mv Talentum

Korai érésű, bőtermő tritikálé. Termésmennyisége 8,0-9,0 t/ha. Kompolton a termésátlag 7,8 t/ha. Jó betegség-ellenállósággal rendelkezik. Bő termése, de rövid szára miatt megdőlésre nem hajlamos. Télállósága kiváló. Ezerszemtömege 44-46 g (INTERNET 28).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérleti terület leírása

A kísérleti terület a MATE kompolti telephelyén található (korábban Fleischmann Rudolf Kutatóintézet), amely több mint 100 éves múlttal rendelkezik a hazai nemesítés területén. Számos árpafajta került itt kinemesítésre, melyek közül több fajta még ma is használatban van (pl. KH Korsó). A nemesítéshez kiváló háttérrel nyújt a terület elhelyezkedése (a Mátra déli oldalán, Eger és Gyöngyös között, a tengerszinttől 125 méterre, az Északi-középhegység esőárnyékában) és időjárása (mérsékelt meleg, változó csapadékmennyiségű, zord hómentes telekkel, aszályos nyarakkal) (HOLLÓ et al. 2009). Az itt előállított fajták alkalmazkodóképessége, viszonylagos igénytelensége és az abiotikus stresszekkel szembeni ellenállóképessége jól igazolja ezt. Az elmúlt 90 év csapadékösszegeinek évi átlaga 549 mm volt, ebből csak 309 mm jutott a tenyészidőszakra. A csapadékmentes napok száma 1965-1990 között 217-272 volt (TÓTH 2013).

A dolgozatban a 2020-as nagytáblás és a 2022-es kisparcellás Mikro-Vital kezelés eredményeit mutatom be őszi búza fajták egyes élettani paramétereire. A vizsgált évek vegetációs időszakában jellemző csapadékmennyiséget és annak havi eloszlását az 1. és 2. táblázat mutatja be a 30 éves átlaghoz képest mérhető eltéréssel együtt.

1. táblázat Csapadékadatok 2019. szeptember és 2020. július között Kompolton (mm)

Hónap	szept.	okt.	nov.	dec.	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	összesen
Csapadék [mm]	33,4	15,4	91,00	49,1	14,1	29,6	37,3	6,4	0,213	75,2	101,1	452,81
30 éves átlag	42,8	36,6	45,9	39,6	30,6	31,4	28,9	41,9	62,9	71,4	74,4	506,4
Eltérés	-22%	-58%	98%	23%	-54%	-6%	29%	-85%	-99,7%	5%	35%	-11%

Forrás: FRKI, Kompolt

2. táblázat Csapadékadatok 2021. szeptember és 2022. július között Kompolton (mm)

Hónap	szept.	okt.	nov.	dec.	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	összesen
Csapadék [mm]	9,8	8,6	62,9	38,5	1,5	8,9	19,9	48,1	14,5	24,8	14,3	251,8
30 éves átlag	42,8	36,6	45,9	39,6	30,6	31,4	28,9	41,9	62,9	71,4	74,4	506,4
Eltérés	-88%	71%	37%	-3%	-95%	-72%	-32%	14%	-77%	-76%	-81%	-51%

Forrás: FRKI, Kompolt

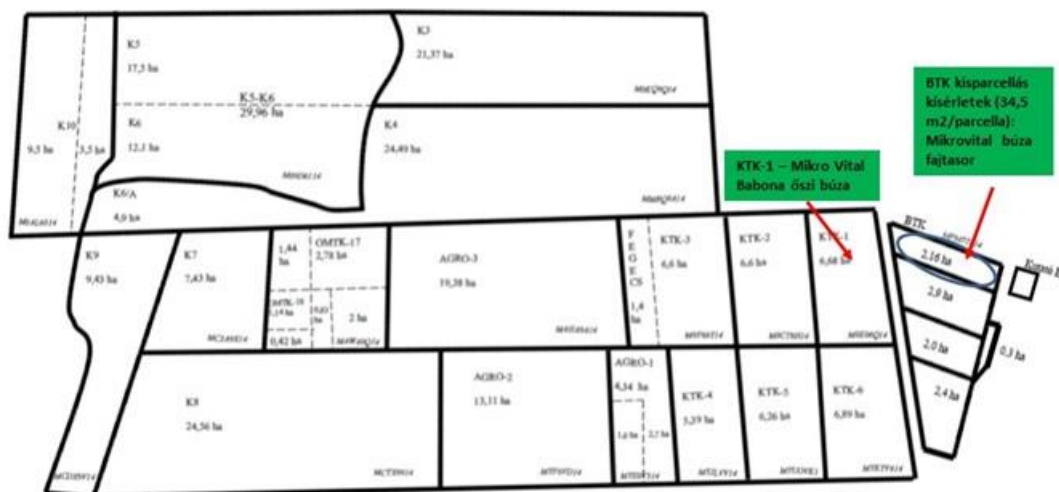
Az eredmények értékelésénél nagyon fontos szempont, hogy mindkét évben alacsonyabb volt a csapadékmennyiség a 30 éves átlaghoz képest (11 illetve 51%-kal), különösen a májusi időszakban (99 és 77%-kal!), ami a termésképzés szempontjából kiemelt fontosságú.

Kompolton alapvetően a területek nagy részén üledékes, andezit málladékot tartalmazó, löszös agyagon kialakult, nem karbonátos csernozjom erdőtalaj jellemző, viszonylag mély humuszcéteg (50-80cm), viszont alacsony (2,5-3%-os) humusztartalommal. Savanyú kémhatású a feltalaj, erősen kilúgozott és viszonylag alacsony a mésztartalma. Az altalaj kötött, kevésbé savanyú, sőt 130-150 cm mélyen lúgos a kémhatása. A talajszerkezet nem optimális, viszonylag nehezen művelhető, erősen repedezett a felszínen, ezért sok víz párolog el belőle. Megfelelő agrotechnikával viszont elegendő mennyiségű vizet képes raktározni, ami azért is fontos, mert a talajvíz 10-12 m mélyen található. Emiatt a lehulló csapadék mennyiségének és eloszlásának van meghatározó szerepe a termésképzésben, a tápanyagok felvehetőségében, és a talajmikróbák működésében (HOLLÓ és KÁDÁR 2003; HOLLÓ et al. 2009; TÓTH 2011).

3.2. A kísérletek beállítása 2020-ban és 2022-ben

A kompolti kísérleti területen az elmúlt években a növénynevelés mellett számos tápanyagutánpótlási kísérletet végeztek, keresve a tájegység adottságainak megfelelő környezetkímélő módszerek lehetőségeit, melynek eredményei kiemelt szerepet kapnak a szaktanácsadási tevékenységben is. 2015 óta számos hazai gyártású talajmikróba készítményt is teszteltek, melyek közül a dolgozatban a Mikro-Vital kezelés hatásait mutatom be különböző búzafajták egyes élettani paramétereire, felhasználva egy 2020-as nagytáblás és egy 2022-es kisparcellás kísérlet eredményeit. A tanulmányaim során számos gyakorlatot töltöttem a kompolti kísérleti üzemben, így lehetőségem nyílt megismerni az itt folyó kutatómunkát és az itt alkalmazott agrotechnikát.

A kísérleti területek elhelyezkedése a 2. ábrán látható.



2. ábra A kísérleti területek elhelyezkedése Kompolton 2020-ban és 2022-ben (Forrás: saját).

3. táblázat Az alkalmazott agrotechnika 2019-2020-ban a KTK1-es parcellán

Dátum	Művelet	Eszköz	Anyag	Dózis	Mértékegység
2019.					
október 07.	Műtrágyaszórás	Sulky DX30	NPK 10-20-10	250	kg/ha
október 07.	Tárcsa + henger	IH + CC rögtörő henger			
október 14.	Tárcsa + henger	IH + CC rögtörő henger			
október 21.	Mikro-Vital kijuttatás	Tecnomat 250/12	Vízmenyiség	250	l/ha
			Kontroll, üzemi technológia		
			Mikro-Vital	1	l/ha
			Mikro-Vital	2	l/ha
október 21.	Bedolgozás azonnal	Pöttinger 3 kultivátor			30 cm
október 23.	Vetőmagágy előkészítés	Kombinátor			
október 28.	Vetés	Sulky 3			
október 28.	Hengerezés	Gyűrűs henger			
2020.					
február 27.	Műtrágyaszórás, fejtrágya	Sulky DX30	Genezis Pétió 39%	150	kg/ha
április 06.	Gyomirtás	Berthoud 2500/18	GRanstar® Superstar, csomag		
			GRanstar® Super 50 SX®	50	g/ha
			Starane Forte 333 EC	0,25	l/ha
			Trend® 90	0,10	%
			Vízmenyiség	200	l/ha
május 08.	Rovarölőszeres kezelés	Berthoud 2500/18	Karate Zeon 5 CS	0,2	l/ha
			Vízmenyiség	200	l/ha
július 30.	Betakarítás	Haldrup			

Forrás: FRKI, 2020

A nagy táblás kísérlet az ún. KTK1-es parcellán került kialakításra 2019. őszén. A terület 3 részre lett osztva, egy parcella lett a kontroll, egy parcella 1l/ha, egy másik parcella 2l/ha

Mikro-Vital kezelést kapott vetés előtt egy héttel, és kultivátorral bedolgozásra is került a talajba. Mindhárom parcella megkapta az őszi alaptrágyát és a tavaszi fejtrágyát. A kísérletben a Babona búzafajta került kiválasztásra, amely egy kiemelkedő termőképességű (akár 10t/ha), átlagosnál jobb minőségű, számos betegséggel szemben (vörös- és sárgarozsda, Fuzárium) ellenálló malmi minőségű búza (INTERNET 29). A részletes agrotechnikát a 3. táblázat tartalmazza.



1. kép A KTK1-es táblán beállított Mikro-Vital kezelés Babona búzán (Forrás: saját, 2020.05.18.).

A kisparcellás fajta összehasonlító kísérlet az ún. belső tenyészkertben (BTK-2) kerül beállításra minden évben, melynek fontos szerepe van a júniusi fajtabemutatókon is. 9 db 34,5 m²-es parcellát vetettek be a következő fajtákkal: Mv Nemere, Mv Nádor, Mv Ménrót, Mv Krajcár, Mv Kolo, Mv Felleg, Mv Kondás, Mv Pelsodur búza fajták és az Mv Talentum tritikálé fajta. A parcellákat kettéosztották, egyik felük megkapta a Mikro-Vital Supary kezelést vetéskor 2021. október 5-én 1 l/ha-os dózisban. A készítmény a termékleírás alapján szárazság esetén is kifejezetten ajánlott, és alkalmas a vetőmag kiegészítő csávázására is antimikrobiális hatása miatt (INTERNET 30).



2. kép A BTK2-es táblán beállított kisparcellás fajtasor Mikro-Vital kezeléssel (Forrás: saját, 2022.05.22.).

Vetés előtt (2021. szeptember 29.) minden parcella kapott alaptrágyát (NPK 10-20-10, 250 kg/ha), a Mikro-Vital-os és a kontroll is. Gyomirtásra 2022. április 22-én került sor, ugyanezen napon történt a gombaölőszeres és a rovarölőszeres kezelés is. A betakarításra 2022. július 21-én került sor.

3.3. A fiziológiai paraméterek mérése *in vivo* módszerekkel

A Mikro-Vital kezelés legfőbb célja, hogy javuljon a növények termőképessége, ha lehet, akkor a termés minősége, közvetve a növények stressztűrése, mely kedvezőtlen időjárási körülmények között is lehetővé teszi, hogy a növények a potenciáljuk szerinti biomassza termelést tudják megvalósítani.

A kezelés hatását egyértelműen a betakarításkor mért termésátlag mutatja, kiegészítve a minőségi paraméterekkel. Azonban már a vegetációs időszak korábbi fázisaiban érdemes meggyőződni a kezelés hatásosságáról, képet kapni a növények legmeghatározóbb fiziológiai folyamatairól, stresszérzékenységről, hogy ha szükséges be lehessen avatkozni az optimális termés mennyiség elérése érdekében. Ezért virágzáskor vizsgáltuk a biomassza képzés szempontjából meghatározó folyamatot, a fotoszintézis egyes elemeit, nevezetesen a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét, arányát, a fotokémiai folyamatok hatékonyságát, a levelek víztartalmát, a stresszérzékenységet, egyes stressz hatására felhalmozódó pigmentek mennyiségét a kontroll és kezelt parcellák egyedein. Ehhez olyan *in vivo* módszereket

használtunk, mint a SPAD-értéke meghatározás vagy a földi távérzékeléssel végzett reflektancia vizsgálat, melyek az említett élettani változókka kapcsolható spektrális vegetációs indexek határozhatók meg.

Minden parcellában 10-10 növényegységet választottunk ki a parcella teljes hosszát lefedve, és minden növényen a zászlóslevél alatti levelet mértük, a felső levélharmadban a kalászosok kezdetén (2020 és 2022. májusa). A méréseket tiszta, napsütéses időben tudjuk elvégezni, hiszen a levelekről visszaverődő sugárzást mérjük, melyet a levelek beltartalma határoz meg.

A SPAD 502-es típusú műszer (Konica, Minolta, Japán) a levelek relatív klorofill tartalmát határozza meg, és egy mértékegység nélküli értéket ad meg 0 és 100 között. Nagyon kicsi a mérési felülete ($0,06\text{ cm}^2$), ezért is fontos, hogy lehetőleg minden mérésnél a levelek hasonló pontjára helyezzük, hiszen akár egy levélér, vagy egy folt jelentősen megváltoztathatja az értéket. A műszer 650 nm-en és 940 nm-en (vörös és infravörös tartományban) méri a levelek abszorbanciáját, és számolja ki az indexet (Gitelson és Merzlyak 2004). A levelek minél több vörös fényt nyelnek el, annál magasabb a klorofill tartalmuk (MONJE and BUGBEE 1992). A klorofill nitrogén tartalma miatt ezt az indexet a mezőgazdaságban a növények nitrogén-ellátottságának a becslésére is szokták használni, illetve a klorofillok fotoszintézisben betöltött szerepe miatt a biomassza-termelő képesség jellemzésére is használják (Rajcan et al. 1999; Arregui et al. 2006). Az SPAD-érték általi klorofill meghatározás nem invazív mérési módszer, nem kell a növényeket roncsolni, és szerves oldószerekkel kivonatot készíteni, spektrofotometriásan mérni, így laborháttér sem szükséges hozzá, nagyszámú adatot lehet nyerni viszonylag rövid idő alatt.

Hasonlóképpen nagyszámú terepi adatot szolgáltat és számos élettani paraméterről ad információt a levelek reflektanciájának mérésén alapuló földi távérzékelés, mellyel spektrális vegetációs indexek generálhatók. Ezeket is alkalmazzák a mezőgazdasági gyakorlatban világszerte, az egyes kultúrák egészségi állapotának becslésére. Ilyen eszköz az általunk is alkalmazott hordozható spektrométer (ASD Field Spec3), mely terepen a leveleken áthaladó, illetve a levelekről visszavert fényt méri különböző detektorok által (STAMPS és BOONE 1989). Az egyes detektorok más-más hullámhossz tartományokat érzékelnek: VNIR (350-1000 nm); SWIR1 (1000-1830 nm); SWIR2 (1830-2500 nm). A műszer spektrális felbontása: 700 nm-nél 3 nm, 1400 nm-nél 10 nm, 2100 nm-nél 10 nm. Az alkalmazott előtét optika 8°-os látószöveget biztosított (ASD, 2007). A mérés előtt ismert

reflektanciájú Spectralon panellel kalibráltuk a műszert, majd ezt 20 percenként ismételtük. A mérés során az egyes spektrumok ehhez a referencia értékhez viszonyítva kerültek rögzítésre. Minden mérés 3 spektrum rögzítéséből állt, ezekből az elsőt a mérési hiba elkerülése miatt nem vettük figyelembe. A mért spektrumokat ViewSpecPro szoftverrel konvertáltuk át reflektancia értékekké, melyekből az 1. táblázatban megadott egyenletek alapján számoltuk Microsoft Excel programban a spektrális vegetációs indexeket. A táblázatban feltüntettük, hogy az egyes vegetációs indexek milyen élettani paraméterekkel hozhatók kapcsolatba: klorofill-, karotinoid-, antocián és víztartalom, fotokémiai aktivitás, stresszérzékenység (ZARCO-TEJADA et al. 2005). Jelenleg több száz spektrális vegetációs index került publikálásra (Garcia-Romero et al. 2017). Ezek közül azokat választottunk ki (4. táblázat), amelyeket a mezőgazdasági gyakorlatban is használtak már egyes növénykultúrák élettani sajátosságainak jellemzésére (Agapiou et al. 2012; Sankaran et al. 2015; Gabriel et al. 2017).

4. táblázat A dolgozatban alkalmazott spektrális vegetációs indexek és a velük kapcsolatba hozható élettani paraméterek

Strukturális indexek	Képletek	Forrás
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$(R_{800}-R_{670})/(R_{800}+R_{670})$	Rouse et al. (1974)
Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI)	$(R_{800}-R_{670})/((R_{800}+R_{670})^{0.5})$	Rougean and Breon (1995)
Enhanced vegetation index (EVI)	$2.5 \times (R_{840} - R_{670}) / (R_{840} + (6 \times R_{670}) - (7.5 \times R_{450}) + 1)$	Huete et al. (2002)
Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index (OSAVI)	$[(1 + 0.16) \times (R_{780} - R_{670})] / [(R_{780} + R_{670} + 0.16)]$	Rondeaux et al. (1996)
Vogelmann-index (VOG2)	$(R_{734} - R_{747}) / (R_{715} + R_{726})$	Vogelman net al. (1993)
Levélpigmentek		
Carotenoid Reflectance Index (CRI)	$1/R_{550} - 1/R_{700}$	Gitelson et al. (2002)
Transformed Chlorophyll Absorption in Reflectance Index (TCARI)	$3 \times [(R_{700}-R_{670})-0.2 \times (R_{700}-R_{550}) \times (R_{700}/R_{670})]$	Haboudane et al. (2002)
Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index (MCARI)	$[(R_{700}-R_{670})-0.2 \times (R_{700}-R_{550})] \times (R_{700}/R_{670})$	Daughtry et al. (2000)
Anthocyanin Reflectance Index (ARI)	$R_{840} \times (1/R_{550} - 1/R_{700})$	Gitelson ez al. (2001)
Stresszérzékenység – karotinoid/klorofill arány		
Structure Insensitive Pigment Index (SIPI)	$(R_{800}-R_{445})/(R_{800}-R_{680})$	Peñuelas et al. (1995)
Fényhasznosítás – xantofill index		

Photochemical Reflectance Index (PRI)	$(R_{550}-R_{570})/(R_{550}+R_{570})$	Gamon et al. (1997)
Víztartalom		
Plant Water Index (PWI)	R_{970}/R_{900}	Peñuelas et al. (1997)
SRWI (Simple Ratio Water Index)	R_{858}/R_{1240}	Zarco-Tejada et. al. (2003)

Források részletesen itt: Zarco-Tejada et al. 2005

Betakarításkor rögzítésre került minden parcelláról a termés mennyiség, melyből termésátlagot számoltunk, ebből elkülönítettünk körülbelül fél kg szemtermést minőségi vizsgálatokra, melyet FOSS Infratec 1241 Grain Analyzer-rel végeztünk el. A búza esetében a sikér- és nyersfehérje tartalmat jelenti %-ban kifejezve, illetve a W-értéket (J-ban) és a Zeleny-indexet (ml-ben kifejezve). A kapott értékeket összehasonlítottuk a különböző szabványoknak megfelelő értékekkel és ezek alapján minősítettük a búza fajtákat (5. táblázat).

A nyersfehérje-tartalom a búza egyik legfontosabb minőségi jellemzője, amely kiemelkedő jelentőséggel bír, mind a táplálkozási érték, mind a végfelhasználás szempontjából (VERAVERBEKE és DELCOUR, 2002). A közepes minőségű (III.o) búza fehérjetartalma a szárazanyagra vetítve 11,5-13,0% közötti (JOLÁNKAI – SZABÓ 2005, KAJDI 2011).

A sikér a búza szemtermésében lévő, vízben nem oldódó fehérjékből álló, gyöngyházfényű, rugalmas anyag. A sikérképző fehérjék vízzel érintkezve megduzzadnak, összeragadnak. A búza sikértartalma és annak területénysége határozza meg a tészta minőségét, melyet készítenek belőle. A sütőiparban a közepesen terülő sikértartalmú lisztet tekintik legalkalmasabbnak (INTERNET 31).

A sikér, vagyis a glutén létfontosságú szerepet játszik a gabonaalapú termékek megjelenésének és morzsaszerkezetének meghatározásában (DEMIRKESEN, MERT, SUMNU és SAHIN, 2010).

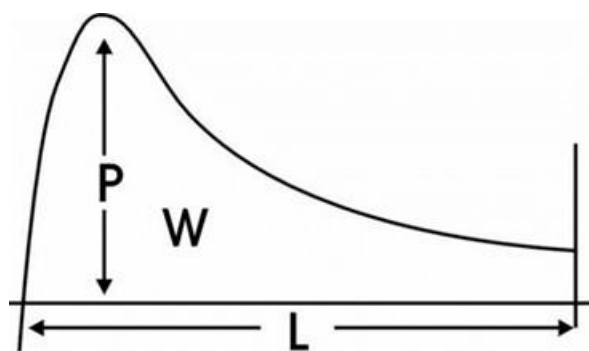
HOSENEY (1994) és WIESER, BUSHUK és MACRITCHIE (2006) arról számoltak be, hogy a gluténkomplex(sikér) monomer gliadinból áll, amely a tészta viszkozitásáért és nyújthatóságáért felelős, valamint polimer gluteninből, amely a tészta szilárdságáért és rugalmasságáért felelős (GUJRAL és ROSELL, 2004; KHATKAR, 2006; WIESER et al., 2006). A liszt minősége a gliadin és a glutenin közötti sajátos egyensúlytól függ, a

kenyérkészítéshez pedig a tészta viszkozitása és rugalmassága/szilárdsága közötti megfelelő egyensúlyra van szükség (KHATKAR, BELL és SCHOFIELD, 1995).

A nedvessikér mennyiségét a búzalisztből az oldható komponensek kimosása után mérik, ez a visszamaradt, vízben nem oldható hidratált fehérjemátrix. Értéke általában 20-40% közötti. (POLLHAMERNÉ 1981a)

A Zeleny index, vagyis a szedimentációs érték a sikér minőségéről is tájékoztat. A módszert ZELENY (1947) írta le először: savas közegben a sikérfehérjék megduzzadnak és a ml-ben kifejezett térfogat-növekedésből a liszt minőségére lehet következtetni. Minél nagyobb ez az érték, annál jobb a minőség (BÉLTEKI 2019). 50 felett beszélünk I. minőségi kategóriáról.

Az alveográfus vizsgálatok elsősorban a francia szakmai körökben terjedtek el, a tészta nyújthatóságának, a sikér minőségének minősítésére használt módszer. Az alveográf olyan készülék, amely a tészta nyújthatóságát jellemzi (BÉLTEKI 2019). A műszert a Hankóczy Jenő által kifejlesztett farinométer alapján készítették, az 1920-as években Marcel Chopin alkotta meg (FARIDI és RASPER 1987). Mutatószámai a görbe alatti terület (W: a tészta ereje), a görbe legmagasabb pontja (P), a görbe hossza (L) és ezek aránya (P/L). A P érték a maximális nyomás, amely a deformációhoz szükséges, mm-ben megadva, az L érték, szintén mm-ben kifejezve a tészta nyújthatósága (3. ábra). A W-érték a tészta deformációjához szükséges energiát fejezi ki (Joule-ban), amely a görbe alatti cm²-ben kifejezett területből számolt érték (RASPER et al. 1986). Közepes minőségű (III. o) búza esetén a W érték 180-250 között alakul (JOLÁNKAI – SZABÓ 2005). Meghatározásának módját az MSZ EN ISO 27971:2015 szabvány tartalmazza (BÉLTEKI 2019).



3. ábra Alveográf görbe

(P – maximális túlnyomás, mely a görbemagassággal arányos érték, és a tézta stabilitását, nyújtással szembeni ellenállását jellemzi;

L – görbehossz, melyet a téztabuborék szakadásáig mérnek, ez a tézta nyújthatóságát jellemzi; P/L – a stabilitás és nyújthatóság aránya;

W – deformációs munka, azaz a téztabuborék felfújásához szükséges energia mennyisége)
(Forrás: <https://agraragazat.hu/hir/tesztanyujthatosag-vizsgalatok/>)

5. táblázat Búza minőségi kategóriák és követelmények

Minőségi előírások	Módszer	Minőségi követelmények			
		I. minőségi kategória	II. minőségi kategória	III. minőségi kategória	IV. minőségi kategória
Nyersfehérje tartalom min. (N*5,7)(%)	MSz.6367-11:84	14	13	11,5	10,5
Nedves sikkér tartalom min. (%)	MSz.6367-12:87	30	28	26	-
W min. (10-4 Joule)	ISO 5530-4:2003	250	200	150	-
Zeleny index min. (ml)	MSz. ISO 5529:93	50	45	35	-

Forrás: <https://www.agropa.hu/tanacsok-novenytermeloknek/termeny-minosites>

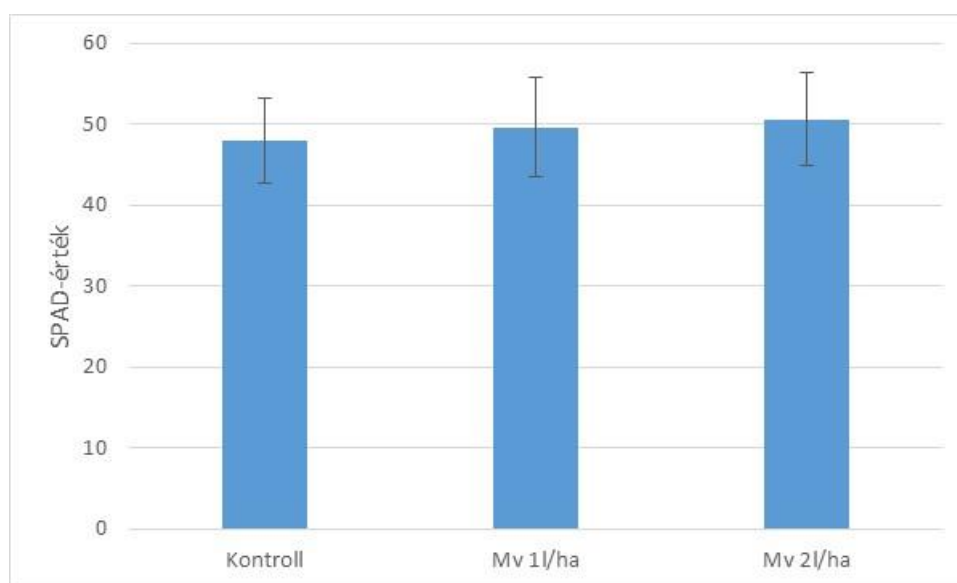
A termésátlag és a minőségi paraméterek esetében átlagminták álltak rendelkezésre, így azokból szórást nem tudtam számolni. A SPAD-érték és a spektrális vegetációs indexek viszont 10 ismétlésben kerültek meghatározásra, így azok alapján a kezelés hatásait statisztikailag is értékelni lehetett, melyhez egyutas variancia-analízist (ANOVA) és Tukey-b tesztet használtunk (SPSS 20.0).

4. EREDMÉNYEK

4.1. A Mikro-Vital kezelés hatása egyes növényfiziológiai paraméterekre a kalászhányás kezdetén

3.1.1. A kezelés hatása a SPAD-értékre

A SPAD-érték a növények klorofill tartalmának relatív mérőszáma. A klorofilok szerepe, hogy részt vesznek a fényenergia begyűjtésében és kémiai energiává történő átalakításában, a fotoszintézis kulcsfontosságú pigmentjeiként közvetlenül meghatározzák a növény biomassza termelési potenciálját (Curran et al. 1990). A klorofill a és b magas nitrogéntartalmánál fogva a mennyiségük közvetve alkalmas a növényi tápanyagellátottság (nitrogéntartalom) becslésére is (Filella et al. 1995, Moran et al. 2000), és mivel nagyon érzékenyek a kedvezőtlen környezeti tényezőkre (magas fényintenzitás, UV-B), ezért szoros kapcsolatban állnak a stresszérzékenységgel és befolyásolják a levelek öregedését, hiszen hamarabb elbomlanak a levelekben, mint a szintén fénybegyűjtő és antioxidáns funkciójú karotinoidok (Peñuelas és Filella 1998, Merzyak et al. 1999).

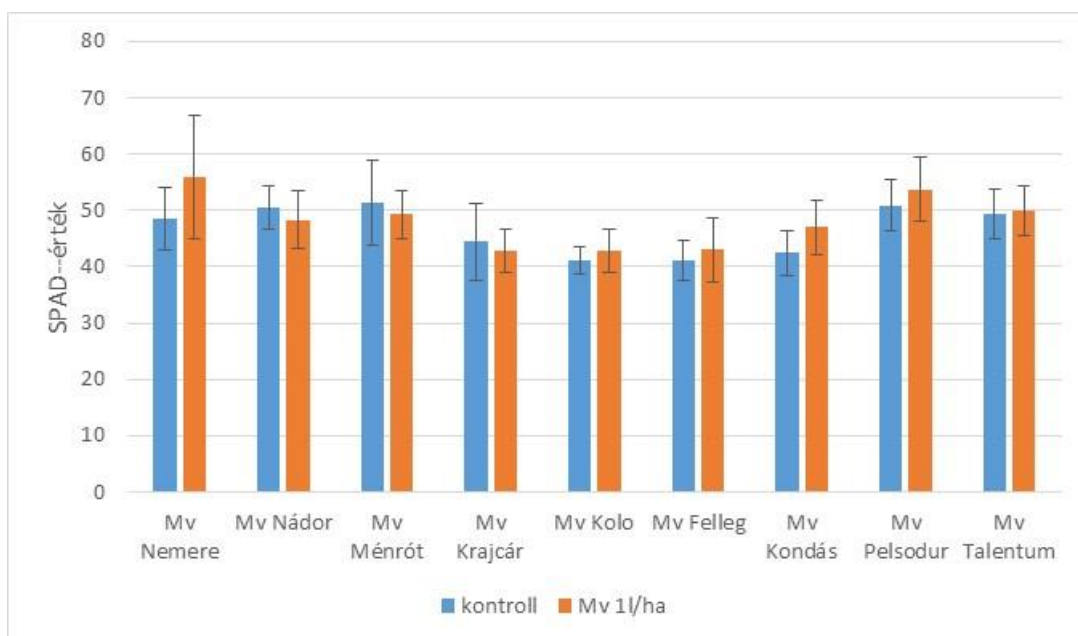


4. ábra A levelek relatív klorofill tartalma (SPAD-érték) a kalászhányás kezdetén a nagytáblás kísérletben (2020.05.18.) (átlag és szórás, n=30)

A SPAD-érték esetében terepi körülmények között az adatok jelentős szórásával kell számolni, melyet korábbi vizsgálataink is megerősítettek (Láposi et al. 2020). Nagyon

fontos, hogy mindig azonos fejlettségű, méretű levélen azonos helyen történjen a mérés, mert apró szöveti eltérések is nagyon eltérő értékeket fognak okozni. Kísérletünkben az átlag érték a 2l/ha dózissal kezelt parcellán volt a legmagasabb, a legalacsonyabb pedig a kontrollnál, de a nagy szórások miatt (SD) az eltérés nem szignifikáns (4. ábra).

A 2022-es kisparcellás fajtaösszehasonlító kísérletben csak az 1l/ha-os dózist alkalmaztuk, ami csak egyes fajtáknál eredményezett magasabb klorofill tartalmat (Nemere, Kondás, Pelsodur), de itt is viszonylag nagy szórással talákoztunk, ami miatt az eltérések nem tekinthetők szignifikánsnak (5. ábra).



5. ábra A levelek relatív klorofill tartalma (SPAD-érték) a kalászhányás kezdetén a kisparcellás fajtaösszehasonlító kísérletben (2022.05.22.) (átlag és szórás, n=10)

3.1.2. A talajbaktérium kezelés hatása a fotoszintetikus és védő pigmentekkel, illetve a víztartalommal összefüggő vegetációs indexek értékére

2020-ban a nagytáblás kísérletben a Babona búza levelek reflektancia sajátosságainak vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy a levelek klorofill tartalmát jelző spektrális vegetációs indexek közül az RDVI kivételével a többi index (NDVI, EVI, VOG2, MCARI2, REDGE) már a virágzás kezdetén magasabb klorofill tartalmat jelzett. Az MCARI, NDVI és EVI mindkét kezelésnél, míg a VOG2 és REDGE csak a 2. kezelésnél (6. táblázat).

A növények stresszérzékenységet jelző mutató a SIPI index szignifikánsan nem tért el a kontrolltól, de a legalacsonyabb a Mikro-Vital kezelésnél, a legmagasabb a kontrollnál volt (6. táblázat), ami arra utal, hogy a kezelt parcellákon a növényeknél kevésbé okozott sztreesszt a mérés időpontjában jellemző magas hőmérséklet és erős fényintenzitás. Nem beszélve arról, hogy az árpilis és a május kifejezetten száraz volt 2020-ban, áprilisban 85%-kal, májusban 99%-kal esett kevesebb eső, mint a megelőző 30 évben (lásd. 1. táblázat).

A fotokémiai hatékonyságot jelző PRI index a kontrollnál szignifikánsan alacsonyabb volt (6. táblázat), a 2. kezelésnél pedig a legmagasabb (negatív értéket is kaphatunk ennél az indexnél), ami arra utal, hogy adott körülmények között a kezelt parcellákon a fotoszintézis intenzívebb volt, ami meghatározza biomasszatermő képességet, végeredményben pedig a termésátlagot.

A magas fényintenzitástól védő pigmentek (CRI-karotinoidok, ARI-antociánok) mennyisége a kontrollnál volt a legmagasabb (6. táblázat), ami jól összecseng a magasabb stresszérzékenységgel és alacsonyabb fotokémiai hatékonysággal.

Mindkét két kezelés szignifikánsan megemelte a nagytáblás kísérletben a levelek víztartalmát jelző PWI és SRWI index értékét is (6. táblázat), tehát a szárazság ellenére a kezelt parcellákon a levelekben több víz maradt, ami az élettani folyamatok (pl. fotoszintézis) szempontjából meghatározó.

6. táblázat Spektrális vegetációs indexek statisztikai elemzésének eredményei 2020-ban Babona őszi búza nagytáblás kísérletében (átlag+SD). ANOVA: *- $p \leq 0,05$; **- $p \leq 0,01$; ***- $p \leq 0,001$; a, b, c index: Tukey-b teszt szerinti szignifikancia csoportok ($p < 0,05$).

Paraméter	Szignifikancia	1-Kontroll	2-Mikrovital 1l/ha	3-Mikrovital 2l/ha
VOG2	*** 123 – a a b	-0,096±0,022	-0,095±0,017	-0,057±0,016
REDGE	* 321 – a b b	-0,030±0,016	-0,030±0,016	-0,034±0,015
MCARI	*** 123 – a b b	0,535±0,205	0,621±0,222	0,628±0,194
NDVI	* 123- a b b	0,584±0,162	0,613±0,160	0,617±0,154
RDVI	ns 132 – a a a	0,460±0,154	0,473±0,160	0,465±0,145
EVI	** 123 – a ab b	-3,44±3,4	1,22±0,05	12,2±5,3
PRI	*** 123 – a b c	-0,088±0,030	-0,079±0,012	0,001±0,011
SIPI	ns 321 – a a a	0,613±0,211	0,611±0,190	0,584±0,180
CRI	*** 321 – a b b	4,23±1,08	3,95±1,15	2,54±1,21
ARI	*** 123- a b c	-2,04±0,722	-1,61±0,664	-0,01±0,436
PWI	* 123 - a ab b	0,971±0,022	0,972±0,012	0,976±0,017
SRWI	*** 123 – a b c	0,751±0,054	0,793±0,135	1,036±0,057

2022-ben a kisparcellás kísérletben a Mikro-Vitallal kezelt fajták esetén a legtöbb szignifikáns eltérést az MV Nemere és az Mv Talentum esetében mértünk (7. táblázat). Az MV Felleg volt az a fajta, ahol csak a karotinoid tartalom tért el szignifikánsan. A vizsgált vegetációs indexek közül a levelek víztartalmát jelző PWI a kezelt levelekben 9-ből 8 fajtánál volt magasabb. A klorofill-tartalmat jelző EVI index 6 fajtánál, az RDVI pedig 5 fajtánál mutatott szignifikáns növekedést a kontrollhoz képest. A legismertebb klorofill jelző index, az NDVI csak 3 fajtánál jelzett magasabb klorofill tartalmat. A magas fényintenzitás és más stresszek esetén védő szereppel bíró karotinoidok mennyisége a kontroll növényeknél 5 esetben volt magasabb, ezzel párhuzamosan ugyanazon fajtáknál 3 esetben alacsonyabb fotokémiai hatékonyságot figyelhettünk meg a PRI index alapján, ami azt jelzi, hogy a nem kezelt növények számára a vizsgált időszak komolyabb stresszt jelentett. A növények karotinoid/klorofill arányát ezáltal stresszérzékenységét jelző SIPI index, és a szintén antioxidáns funkciójú védő pigmenteket jelző ARI (antocián) index egy-egy esetben volt csak szignifikánsan alacsonyabb a kezelt növényekben a kontrollhoz képest.

A kisparcellás kísérletben tehát nem tudtuk a kezelés hatásait a spektrális vegetációs indexek segítségével olyan világosan kimutatni minden fajtánál, mint a Babona búzánál a nagytáblás kísérletben, de az eltérések ugyanazt a tendenciát mutatták: magasabb NDVI, RDVI, EVI, PRI, PWI; alacsonyabb SIPI és CRI a kezelt parcellákon.

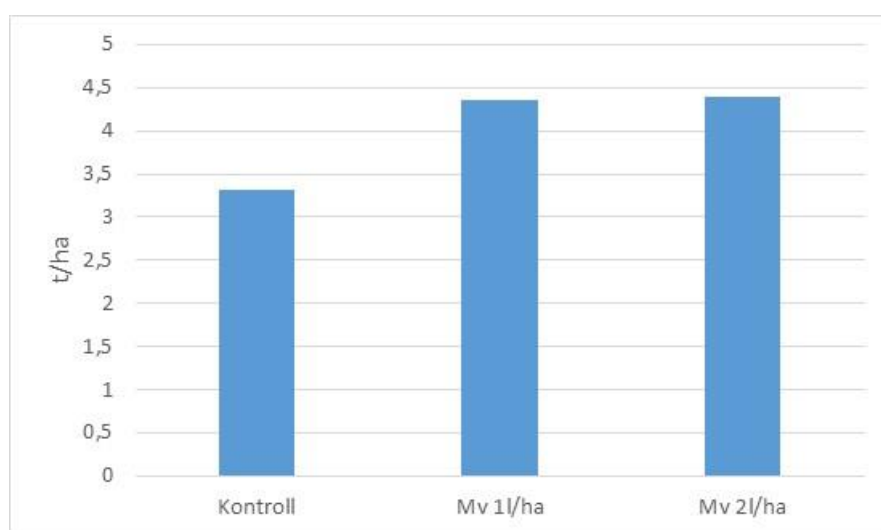
7. táblázat Spektrális vegetációs indexek statisztikai elemzésének eredményei 2022-ben Mikro-Vital-lal kezelt búza fajtasor kisparcellás kísérletében (ANOVA: *- $p \leq 0,05$); **- $p \leq 0,01$; ***- $p \leq 0,001$). Nyíl iránya: ↑ - Mikro-Vital-lal kezelt egyedekben szignifikánsan nagyobb az értéke, ↓ - kisebb az értéke, mint a kontrollban.

Vegetációs indexek/ búza fajták	NDVI	RDVI	EVI	PRI	SIPI	CRI	ARI	PWI
MV Nemere	*↑	***↑	***↑	ns	*↓	ns	ns	**↑
MV Nádor	*↑	ns	ns	***↑	ns	*↑	ns	***↑
MV Ménrót	**↑	ns	ns	ns	ns	*↓	ns	***↑
MV Krajcár	ns	*↑	*↑	ns	ns	ns	*↓	***↑
MV Kolo	ns	ns	*↑	ns	ns	**↓	ns	**↑
MV Felleg	ns	ns	ns	ns	ns	*↓	ns	ns
MV Kondás	ns	*↑↑	***↑	ns	ns	ns	ns	***↑
MV Pelsodur	ns	*↑	*↑	*↑	ns	*↓	ns	***↑
MV Talentum	ns	**↑	**↑	*↑	ns	**↓	ns	*↑

Forrás: saját (2022)

3.2. A Mikro-Vital kezelés hatása a termésátlagra és termésminőségre betakarításkor

2020-ban a nagytáblás kísérletben mindkét talajmikróba dózis (1l/ha és 2l/ha) esetén nagyobb termésátlagot kaptunk betakarításkor a Babona búzánál, mint a kontroll parcellában (6. ábra): az 1l/ha-os kezelésnél 31%-kal (4,36 t/ha), míg a 2l/ha-os kezelésnél 32%-kal (4,39 t/ha) magasabb értéket a kontrollhoz képest (3,31 t/ha). Ezek az értékek a Babona búza átlagos termőképességét tekintve, ami 9t/ha (INTERNET 27), viszonylag alacsonynak tekinthetők, azonban a KSH adatai szerint a heves-megyei termésátlag is csak, 4,98 t/ha volt.



6. ábra A Mikro-Vital kezelés hatása az őszi búza termésátlagára nagytáblás kísérletben (2020.07.30.)

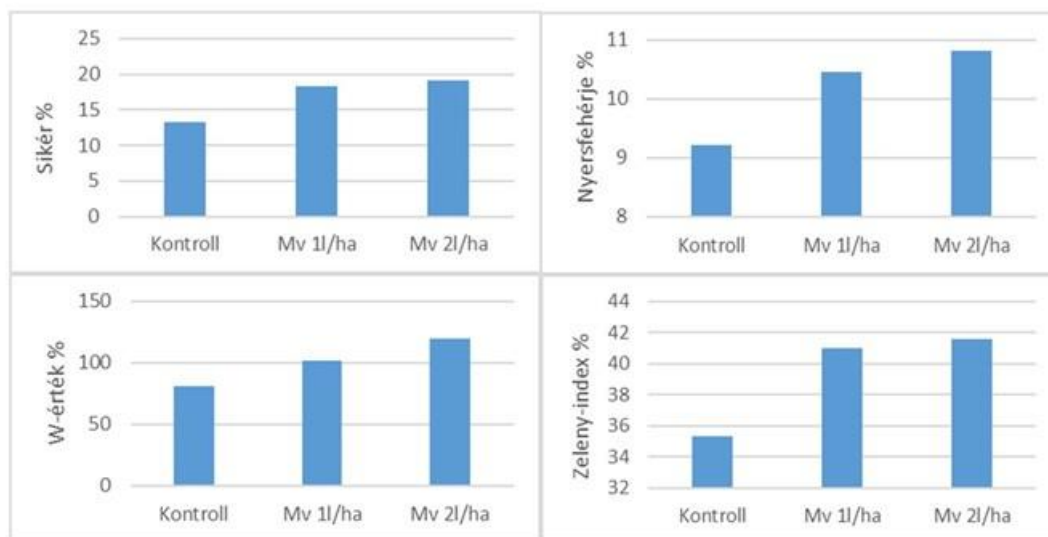
Ennek oka egyrészt az időjárási tényezőknek köszönhető, mert a 30 éves átlaghoz képest 50 mm-rel kevesebb csapadék hullott a vegetációs időszakban. A tavasz volt a legkritikusabb, mert amíg a 30 éves átlag csapadékmennyiség 142,2 mm volt, ehhez képest 2020 tavaszán, áprilisban és májusban mindösszesen 43,9 mm eső esett.

A KSH adatai szerint az őszi búza termésátlaga 2020-ban 4,98 t/ha volt Heves megyében, alatta maradva az Észak-Magyarországi régióban jellemző 5,18 t/ha-os és az országosan jellemző 5,47 t/ha-os átlagnak (INTERNET 32).

2020-ban Heves megyében az éves csapadékmennyiség 540-580 mm körül volt, ez valamivel kevesebb az Alföldre jellemző 620-700 mm-es 2020-as csapadékadattól, vagy a Dunántúli-dombságon lehullt csapadéktól, ami 2020-ban 760-770 mm volt, de az Északi-

középhegység keleti részén esett a legtöbb eső 3 éve, több, mint 800 mm. Ha az utóbbi 800 mm-es csapadékmennyiséget vesszük alapul, akkor érthető, hogy miért maradt el Heves megye az Északi-Magyarországi régióra jellemző termésátlagoktól.

A nagyparcellás kísérletben a Babona búza minősége kapcsán elmondható, hogy mindkét Mikro-Vital kezelés emelte mind a 4 vizsgált paraméter értékét (7. ábra).



7. ábra A Mikro-Vital kezelés hatása a Babona őszi búza termésminőségére nagytáblás kísérletben (2020.07.30.)

A nyersfehérje tartalom esetében a növekedés meglehetősen kismértékű volt: az 1l/ha esetén 1,2%, a 2l/ha-os kezelésnél 1,6 %-os (7. ábra). De még a kezelt parcellákban sem érte el a III. minőségi kategória 11,5-es értékét, 9,2-10,8 között mozgott a 3 parcellán. I. osztályú minősítésről 14 felett beszélünk (lásd 5. táblázat).

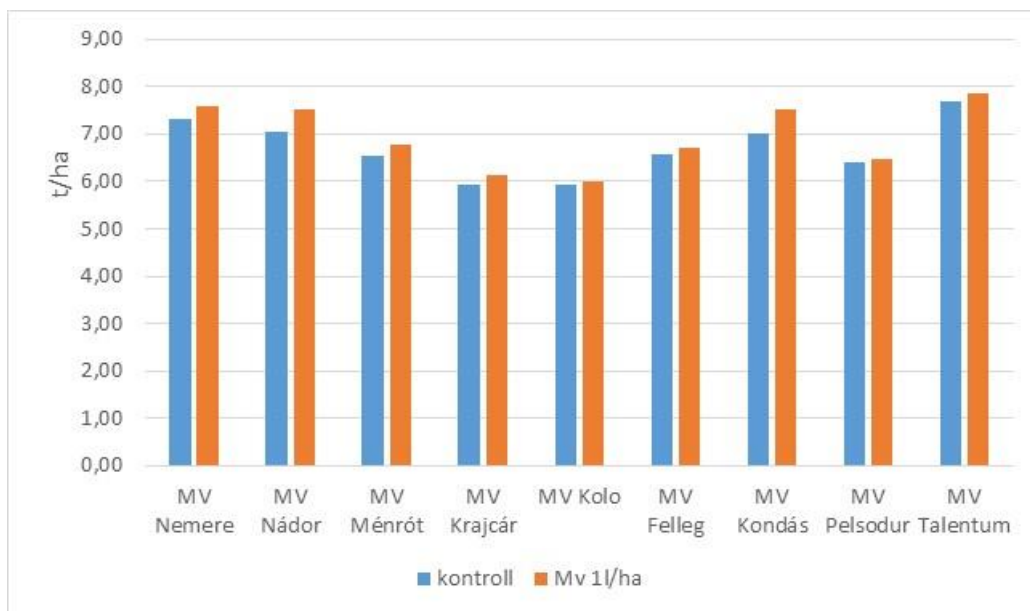
A sikértartalom is meglehetősen alacsony volt (kontroll: 13; 1l/ha: 18%; 2l/ha 19%), nem érte el a II. osztály 26-os értékét sem. A kezelt parcellákon mindössze 4,9 illetve 5,7%-os növekedés volt mérhető.

A Zeleny-index esetében is nagyon alacsony értékeket kaptunk, a kontrollnál 35, az 1l/ha-os kezelésnél 41, a 2l/ha-os parcellában 41,6%-os értéket kaptunk. A kezelt parcellákban a növekedés mértéke mindössze 5,6 illetve 6,2%-os.

A legjelentősebb eltérést a W-értéknél tapasztalhattunk, a kontrollhoz képest a 2l/ha Mikro-Vitalal kezelt parcellán 38%-kal kaptunk jobb eredményt (120), az 1l/ha-os parcellán 20%-os volt az eltérés, de még így is a közepes minőség (180-250% W-érték) alatt maradt mindegyik parcella (kontroll: 81; 1l/ha: 101; 2l/ha: 119).

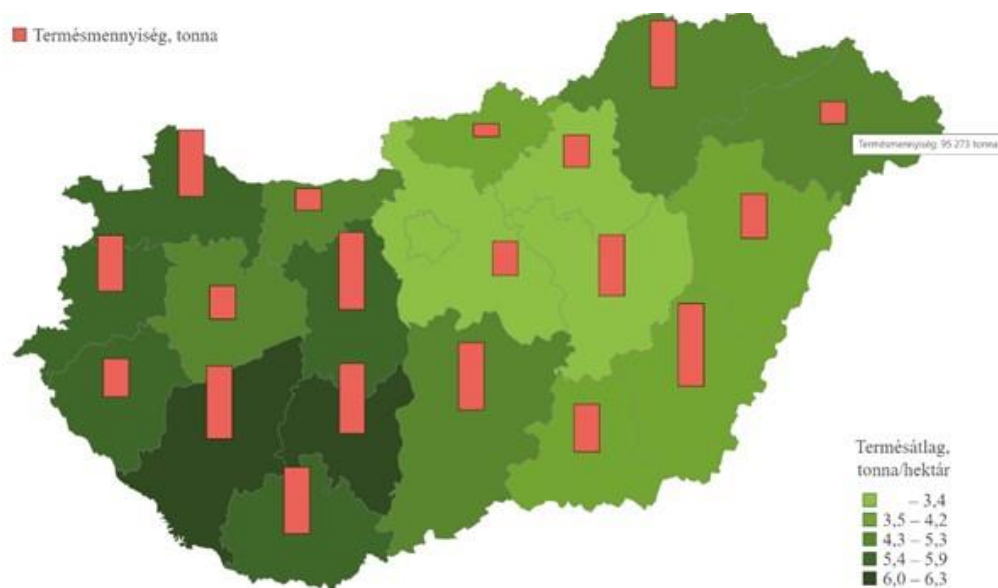
A termésátlag mellett tehát 2020-ban a termésminőség is messze elmaradt attól, melyet a Babona búza esetében elvárhatunk.

2022-ben a kisparcellás búza fajtaösszehasonlító kísérletben csak az 1l/ha-os dózist alkalmaztuk. Megfigyelhető volt, hogy a termésátlagok mind a 9 növény esetében nagyobbak voltak a Mikro-Vital-lal kezelt területen a kontrollhoz képest, viszont ez az eltérés nem haladta meg a 10%-ot, és a fajták között jelentős különbségek voltak. Az MV Kondás több, mint 7%-kal termett többet a Mikro-Vitallal kezelt területen, az Mv Nádor 6,5%-kal, míg az MV Elsadur csak 0,8%-kal, a többi fajta 2-4%-os termésátlag növekedést mutatott.



8. ábra A búza fajták termésátlaga kisparcellás fajtaösszehasonlító kísérletben
(2022.07.21.) (Forrás: saját)

A 9. ábrán látható, hogy Heves megyében 2022-ben kifejezetten alacsony volt a búza termésátlaga, a KSH adatai alapján az elmúlt 10 évben nem volt ilyen alacsony érték (3,4 t/ha feletti). Az országos átlag is csak 4,4 t/ha volt.



9. ábra Az őszi búza termésátlaga 2022-ben a KSH adatai alapján (Forrás: <file:///C:/Users/Reka/Downloads/a-buza-termesmennyisege-es-termesatlagavarmegyenkent-2022.svg>)

Ennek a háttérben az adott vegetációs időszak csapadékmennyisége és csapadékeloszlása állhat. A 2021-2022-es vegetációs időszakban 51%-kal volt alacsonyabb az éves csapadékmennyiség a 30 éves átlaghoz viszonyítva. Külön kiemelendő, hogy januárban 95, februárban 22, májusban a virágzáskor 77, és júniusban a termésérés időszakában 76%-kal maradt el a csapadékmennyiség a 30 éves átlaghoz képest (lásd 2. táblázat). Ehhez képest a kispárcellás kísérletekben alkalmazott agrotechnika lehetővé tette, hogy az egyes búza fajták a megyei és az országos átlag feletti termésátlagot produkálják. Az Mv Nemere, az Mv Kondás és az Mv Nádor produkálta a legmagasabb termésátlagot (7,5 t/ha felett), illetve kiemelkedő a tritikále (Mv Talentum termésátlaga is (7,85 t/ha). Mivel egy parcelláról egy adat készült a termésmennyiség kapcsán, itt szignifikáns termésnövelő hatást nem tudunk a Mikro-Vitalnak tulajdonítani, de mindenképpen pozitív tendencia, hogy mind a 9 fajtánál magasabb volt a kontrollhoz képest a csapadékhiány ellenére.

8. táblázat: A Mikro-Vital kezelés hatása a búza fajták minőségére kispárcellás kísérletben (2022.07.21.)

	Fehérje %		Sikér mennyiség		W-érték (J)		Zeleny-index (ml)	
Mv Nemere	9,0	10,8	18,8	23,5	86,7	143,2	29,8	40,8
Mv Nádor	8,4	9,9	18,7	21,8	103,5	139,4	20,5	28,7
Mv Ménrót	8,8	10,5	16,1	22,4	72,1	131,2	30,6	38,4
Mv Krajcár	8,2	10,7	19,3	23,8	85,9	156,3	26,0	36,4

Mv Kolo	10,1	12,0	20,7	25,1	111,9	164,6	37,3	45,5
Mv Felleg	9,4	12,1	18,4	25,5	94,1	163,3	33,7	46,4
Mv Kondás	8,5	11,8	13,4	24,2	68,7	163,3	30,9	44,9
Mv Pelsodur	10,6	12,8	24,3	27,8	106,6	169,6	43,0	46,5
Mv Talentum	8,9	11,6	20,7	26,8	126,0	184,1	23,3	39,8

A 8. táblázatban látható, hogy a Mikro-Vital kezelés hatására a vizsgált beltartalmi jellemzők minden fajtánál magasabb értéket eredményeztek betakarításkor. Mivel itt is átlagmintát kaptunk a méréshez minden parcelláról, itt sem tudtunk statisztikai próbát végezni, de a tendenciák jól láthatók.

A nedvessikér mennyiségét értéke általában 20-40% közötti. A kezelés hatására 4 búzafajta esetében emelkedett ebbe a tartományba: Mv Kondás, Mv Kolo, Mv Felleg és az Mv Pelsodur mutatta a legmagasabb fehérjetartalmat, és bekerültek a közepes minőségű kategóriába. A legjelentősebb változás a kezelt parcellákban az Mv Kondás fajtánál mutatkozott, 38%-kal nőtt a fehérje tartalma a kontrollhoz képest, amely csak 8.5 volt. Az Mv Krajcár esetében 30%-os, az Mv Felleg esetében 28%-os növekedést tapasztaltunk. A legkisebb mértékű különbség az Mv Nádor (17%), az Mv Kolo (18%) és az Mv Ménrót esetében (19%) volt mérhető, utóbbinak csak 10,5%-os, az Mv Nádornak pedig csak 9,9%-os fehérjetartalma volt. A termésátlaghoz képest a fehérjetartalomban mérhető százalékos eltérés jelentősebb volt a kezelt és kontroll parcellák között.

A kísérletünkben mind a 9 fajta esetében 20% fölötti sikértartalmat kaptunk a Mikro-Vitallal kezelt parcellákon. A kontroll parcellákon az Mv Kolo, Mv Pelsodur és az Mv Talentum fajtákon kívül a többi fajtának 20% alatti érték volt, de többnyire csak 0.7-1,5%-kal. Kiemelendő az Mv Kondás, mert a kontroll parcellán csak 13,4 volt a sikértartalma, míg a kezelnél óriási volt a változás, 24,2, amely, több, mint 80%-os eredményjavulás. Az Mv Ménrót esetében 39, az Mv Felleg esetében 38%-kal kaptunk magasabb siker tartalmat a kontrollhoz képest. A legkisebb mértékű változás az Mv Nádor (16%) és az Mv Elsadur esetében volt mérhető, bár utóbbi pedig azért emelendő ki, mert a 9 fajta közül ennek volt a legmagasabb a nyersfehérje- és siker tartalma.

Kiváló minőségű búza esetén a tészta nyújthatóságával kapcsolatban lévő W érték 250 felett alakul, közepes minőségű búza esetén pedig a W érték 180-250 közötti (JOLÁNKAI – SZABÓ 2005). A vizsgált búzafajták közül egyik sem érte el a közepes minőséget, a kezelt

parcellákon sem (kizárólag az Mv Talentum tritikálé kezelt egyedei). Viszont a kezelt parcellákon jelentős eltérés volt mérhető a kontroll esetében. Kiemelkedő közülük az Mv Kondás, ahol 137%-os volt az eltérés, de az Mv Ménrótnál és az Mv Krajcárnál is 81%-os emelkedést tapasztaltunk. A legkisebb eltérés az Mv Kolo (47%) és az Mv Nádor esetében mutatkozott (34%). Egyes irodalmak szerint a 160-250 J deformációs energia értékkel rendelkező búzák már az első kategóriába tartoznak (INTERNET 33). Ez alapján a vizsgált fajták közül 4 búzafajta (Mv Kolo, Mv Kondár, Mv Felleg, Mv Pelsodur) a kezelt parcellákon elérte a 160-as értéket.

A Zeleny-index ml-ben kifejezett szám, értéke maximum 100 lehet, és minél nagyobb az értéke, annál jobb a minőség. 50 feletti érték jelenti az I. osztályú minőséget. Ezt az értéket egyik fajta sem érte el, a kezelt parcellákon sem. A legmagasabb értéket az Mv Pelsodur és az Mv Felleg produkálta (46), a leggyengébb pedig az Mv Nádor lett. A kezelt parcellákon a kontrollhoz képest az Mv Talentum esetében tapasztaltuk a legnagyobb eltérést, emelkedést, 70%-kal, a búzafajták közül az Mv Kondás 45, az Mv Krajcár 40%-kal magasabb Zeleny indexet mutatott, míg az Mv Pelsodur csak 8%-kal.

Összességében elmondható, hogy mind a négy értékre pozitív hatással volt a Mikro-Vital kezelés.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A dolgozatomban egy 2020-as nagytáblán és egy 2022-es kisparcellás körülmények között beállított kísérlet eredményeit mutatom be. Mikro-Vital kezelés hatásait vizsgáltuk különböző búza fajták termésátlagára, termésminőségére és a fotoszintézissel összefüggő egyes élettani paraméterekre (fotoszintetikus és védő pigmentek mennyisége és aránya, levélvíztartalom).

Ezek közül a paraméterek közül néhány esetben jelentős szórást tapasztaltunk a különböző fajták között, ennek hátterében a termőhely talajának változatossága és a fajták közti különbségek állhatnak.

A talajbaktérium készítményektől, így a Mikro-Vitaltól is minőségi- és mennyiségi javulást, kiegyenlítettebb víz- és tápanyagellátást várunk el, valamint a parcellák homogenitásának fokozását és a növények stressztűrésének javulását. Elmondható, ezek az elvárások teljesültek a kezeléseket során.

2022-ben kisparcellán csak az 1l/ha dózist alkalmaztuk:

- A termésátlagok mind a 9 növényenél pozitív változást mutattak a kontrollhoz képest, de az eltérés nem haladta meg a 10%-ot és egyes fajták között nagy volt a különbség. Az MV Nemere, MV Kondás és az MV Nádor esetében volt a legnagyobb mértékű a termésátlag növekedés.
- A beltartalmi jellemzők kapcsán is elmondható, hogy a kezelés hatására minden fajtánál magasabb értéket kaptunk. Mind a 9 fajtánál 20% fölötti sikértartalmat mértünk, kiemelendő az MV Kondás, amelyenél 80%-os volt a javulás.
- A vegetációs indexek közül a készítmény hatására magasabbak voltak a klorofill-tartalmat jelző értékek (EVI, RDVI, NDVI), a víztartalmat jelző PWI, és aktívabbak voltak a fotokémiai folyamatok (PRI), alacsonyabb volt a stresszérzékenységet jelző SIPI és a karotionid (CRI).
- Egyes paraméterek esetében jelentős szórást kaptunk, például a klorofill tartalomnál, a kezelés hatására csak egyes fajtáknál emelkedett a klorofill (Nemere, Kondás, Pelsodur), de a nagy szórás miatt az eltérések nem tekinthetők szignifikánsnak.

A Mikro-Vital kezelésre vonatkozóan a következő megállapításokat tehetjük a 2020-as nagytáblás kísérlet alapján:

1l/ha és 2l/ha

- A SPAD-érték 2l/ha dózis esetében volt a legmagasabb, de a nagy szórások miatt az eltérés nem szignifikáns.
- A vegetációs indexek közül az NDVI, EVI, VOG2, MCARI2, REDGE már a virágzás idejében magasabb klorofill tartalmat jelzett, mint a kontroll, viszont a VOG2 és a REDGE csak a 2l/ha-os kezelésnél volt magasabb.
- Mindkét kezelés megemelte a PWI és SRWI index értékét.
- A Mikro-Vital hatására a magas hőmérséklet és fényintenzitás nem okozott olyan mértékű stresszt, mint a kontrollnál, bár ez az index (SIPI) szignifikánsan nem tért el a kontrolltól.
- Mindkét dózis (1l/ha, 2l/ha) esetében emelkedett a 4 vizsgált paraméter értéke (siker, nyersfehérje, W-érték és Zeleny-index) a kontrollhoz képest, viszont jelentősebb eltérés csak a W-érték esetében mutatkozott, a 2l/ha-os kezelésnél 38%-kal nőtt az érték, az 1l/ha-os esetében 20%-os volt az eltérés, a többi értéknél csak minimális javulás volt.
- Ebben a kísérletben a termésátlag és a termésminőség is elmaradt a Babona búza esetében elvárt értékektől.

Összességében elmondható, hogy a jobb termésminőség, nagyobb termésátlag elérése érdekében nem elegendő az 1l/ha-os kezelés, bár ennél a kezelésnél is pozitív irányba mentek az értékek, a még kiemelkedőbb értékeket kaphatunk, ha a 2l/ha-os dózist alkalmazzuk, mivel például a VOG2 és a REDGE is csak a nagyobb dózis hatására emelkedtek a kontrollhoz képest.

Érdemes lenne talajvizsgálatokat végezni, hogy meggyőződjünk arról, hogy a növények (búza) számára fontos tápanyagok valóban nagyobb koncentrációban vannak-e a jelen a kezelt területeken, felvehetőek-e a növények számára, és jelen vannak-e a bejuttatott talajbaktériumok az adott parcellán.

Tisztában kell lennünk a talaj tulajdonságaival, mert a savanyú, oxigén-hiányos és száraz talajok nem biztosítanak megfelelő körülményeket a talajbaktériumoknak. Megfelelő

talajműveléssel, a talajszerkezet javításával, meszezéssel, a vízmegtartás fokozásával jelentősen javítani lehet ezeken az életfeltételeken.

Megfelelő talaj kémhatásra kell törekedni, (pH 6-7), gyengén savanyú – semleges, a nem megfelelő pH érték gátolja a talajbaktériumokat.

ÖSSZEFOGLALÁS

Korunk mezőgazdaságának egyik kihívása a termésmennyiség és -minőség fokozása, hogy megfelelő mennyiségű élelmiszer és ipari alapanyag álljon rendelkezésre.

A kompolti (korábbi) Fleischmann Rudolf Mezőgazdasági Kutatóintézet (jelenleg a MATE tagja) a több mint száz éves tevékenysége során kiemelt szerepet vállalt a szántóföldi növények (elsősorban árpafajták) nemesítése mellett a szaktanácsadási tevékenységben is, mellyel segíteni igyekszik a helyi gazdálkodóknak a régió adottságaihoz legjobban alkalmazkodni tudó fajták kiválasztásában és a helyi sajátosságokat figyelembe vevő komplex környezetkímélő tápanyag-utánpótlási rendszerek és növényvédelmi technikák kiválasztásában.

A tápanyagutánpótlás egyik környezetkímélő módszere a talajmikróbák visszapótlása a talajba, melyet az ökológiai gazdálkodásban is lehet alkalmazni. Ehhez ismerni kell a talaj sajátosságait, hiszen a savanyú, oxigén-hiányos és száraz talajok ezen talajmikróbák számára sem nyújtanak kielégítő életfeltételeket.

A nemesítéshez kiváló háttérrel nyújt a terület elhelyezkedése (a Mátra déli oldalán, Eger és Gyöngyös között, a tengerszinttől 125 méterre, az Északi-középhegység esőárnyékában) és időjárása (mérsékelt meleg, változó csapadékmennyiségű, zord hómentes telekkel, aszályos nyarakkal) (HOLLÓ et al. 2009). Az itt előállított fajták alkalmazkodóképessége, viszonylagos igénytelensége és az abiotikus stresszekkel szembeni ellenállóképessége jól igazolja ezt.

Dolgozatomban az egyik legnépszerűbb, Magyar Termék Nagydíjjal is kitüntetett készítmény (Mikor-Vital, Bio-Nat Kft.) hatásait vizsgáltuk őszi búza fajták élettani paramétereire. Többek között olyan in vivo módszerekkel (pl. földi távérzékelés), melyek segítségével nagy számú adat nyerhető elsősorban a fotoszintetikus és védő folyamatokról, tábla méretben is, a növény roncsolása nélkül már a virágzás kezdetén, és kapcsolatba hozható a betakarításkor mérhető termésátlag és termésminőség különbséggel, amelyet a kezelés eredményeképp várunk. A kísérletek kivitelezését 2017-2020 között az EFOP 3.6.1. projekt is támogatta, ennek utolsó évében kapcsolódtam be a vizsgálatokba a Kompolton töltött szakmai gyakorlataim során. A vizsgálatok a projekt zárása után is folytatódtak, így dolgozatomban a 2020-as nagytáblás és a 2022-es kisparcellás kísérlet eredményeit foglalom össze.

Az eredmények értékelésénél nagyon fontos szempont, hogy mindkét évben alacsonyabb volt a csapadékmennyiség a 30 éves átlaghoz képest (11 illetve 51%-kal), különösen a májusi időszakban (99 és 77%-kal!), ami a termésképzés szempontjából kiemelt fontosságú.

A nagy táblás kísérlet az ún. KTK1-es parcellán került kialakításra 2019. őszén. A terület 3 részre lett osztva, egy parcella lett a kontroll, egy parcella 1l/ha, egy másik parcella 2l/ha Mikro-Vital kezelést kapott vetés előtt egy héttel, és kultivátorral bedolgozásra is került a talajba. A kísérletben a Babona búza fajta került kiválasztásra, amely egy kiemelkedő termőképességű (akár 10t/ha), átlagosnál jobb minőségű, számos betegséggel szemben (vörös- és sárgarozsda, Fuzárium) ellenálló malmi minőségű búza (INTERNET 30).

Virágzáskor vizsgáltuk a biomasza képzés szempontjából meghatározó folyamatot, a fotoszintézis egyes elemeit, nevezetesen a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét, arányát, a fotokémiai folyamatok hatékonyságát, a levelek víztartalmát, a stresszérzékenységet, egyes stressz hatására felhalmozódó pigmentek mennyiségét a kontroll és kezelt parcellák egyedein. Ehhez olyan in vivo módszereket használtunk, mint a SPAD-érték meghatározás vagy a földi távérzékeléssel végzett reflektancia vizsgálat. SPAD-érték a növények klorofill tartalmának relatív mérőszáma, eszköze a SPAD 502-es típusú műszer (Konica, Minolta, Japán), amely egy mértékegység nélküli értéket ad meg 0 és 100 között.

Hasonlóképpen nagyszámú terepi adatot szolgáltat és számos élettani paraméterről ad információt a levelek reflektanciájának mérésén alapuló földi távérzékelés, mellyel spektrális vegetációs indexek generálhatók. Ilyen eszköz az általunk is alkalmazott hordozható spektrométer (ASD Field Spec3), mely terepen a leveleken áthaladó, illetve a levelekről visszavert fényt méri különböző detektorok által (STAMPS és BOONE 1989). Az egyes detektorok más-más hullámhossz tartományokat érzékelnek: VNIR (350-1000 nm); SWIR1 (1000-1830 nm); SWIR2 (1830-2500 nm). A műszer spektrális felbontása: 700 nm-nél 3 nm, 1400 nm-nél 10 nm, 2100 nm-nél 10 nm. Az alkalmazott előtét optika 8°-os látószöget biztosított (ASD, 2007). A mérés előtt ismert reflektanciájú Spectralon panellel kalibráltuk a műszert, majd ezt 20 percenként ismételtük. A mért spektrumokat ViewSpecPro szoftverrel konvertáltuk át reflektancia értékekké, melyekből megadott egyenletek alapján számoltuk Microsoft Excel programban a spektrális vegetációs indexeket. Jelenleg több száz spektrális vegetációs index került publikálásra (Garcia-Romero et al. 2017). Ezek közül azokat választottuk ki, amelyeket a mezőgazdasági gyakorlatban is használtak már egyes

növénykultúrák élettani sajátosságainak jellemzésére (Agapiou et al. 2012; Sankaran et al. 2015; Gabriel et al. 2017).

A Babona búza kísérletében két dózist alkalmaztunk. Mindkét dózis (1l/ha, 2l/ha) esetében emelkedett a 4 vizsgált paraméter értéke (siker, nyersfehérje, W-érték és Zeleny-index) a kontrollhoz képest, viszont jelentősebb eltérés csak a W-érték esetében mutatkozott, a 2l/ha-os kezelésnél 38%-kal nőtt az érték, az 1l/ha-os esetében 20%-os volt az eltérés, a többi értéknél csak minimális javulás volt.

Mindkét két kezelés szignifikánsan megemelte a nagytáblás kísérletben a levelek víztartalmát jelző PWI és SRWI index értékét is (6. táblázat), tehát a szárazság ellenére a kezelt parcellákon a levelekben több víz maradt, ami az élettani folyamatok (pl. fotoszintézis) szempontjából meghatározó.

A Babona búza levelek reflektancia sajátosságainak vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy a levelek klorofill tartalmát jelző spektrális vegetációs indexek közül az RDVI kivételével a többi index (NDVI, EVI, VOG2, MCARI2, REDGE) már a virágzás kezdetén magasabb klorofill tartalmat jelzett. Az MCARI, NDVI és EVI mindkét kezelésnél, míg a VOG2 és REDGE csak a 2. kezelésnél.

Betakarításkor rögzítésre került minden parcelláról a termésmennyiség, melyből termésátlagot számoltunk, ebből elkülönítettünk körülbelül fél kg szemtermést minőségi vizsgálatokra, melyet FOSS Infratec 1241 Grain Analyzer-rel végeztünk el.

A kisparcellás fajta összehasonlító kísérlet az ún. belső tenyészkertben (BTK-2) kerül beállításra minden évben, melynek fontos szerepe van a júniusi fajtabemutatókon is. 9 db 34,5 m²-es parcellát vetettek be a következő fajtákkal: Mv Nemere, Mv Nádor, Mv Ménrót, Mv Krajcár, Mv Kolo, Mv Felleg, Mv Kondás, Mv Pelsodur búza fajták és az Mv Talentum tritikálé fajta. A parcellákat kettéosztották, egyik felük megkapta a Mikro-Vital Supary kezelést vetéskor 2021. október 5-én 1 l/ha-os dózisban (INTERNET 31).

Ebben a fajtaösszehasonlító kísérletben csak az 1l/ha-os dózist alkalmaztuk. Megfigyelhető volt, hogy a termésátlagok mind a 9 növény esetében nagyobbak voltak a Mikro-Vital-lal kezelt területen a kontrollhoz képest, viszont ez az eltérés nem haladta meg a 10%-ot, és a fajták között jelentős különbségek voltak.

A kisparcellás kísérletben nem tudtuk a kezelés hatásait a spektrális vegetációs indexek segítségével olyan világosan kimutatni minden fajtánál, mint a Babona búzánál a nagytáblás kísérletben, de az eltérések ugyanazt a tendenciát mutatták: magasabb NDVI, RDVI, EVI, PRI, PWI; alacsonyabb SIPI és CRI a kezelt parcellákon.

A talajbaktérium készítményektől, így a Mikro-Vitaltól is minőségi- és mennyiségi javulást, kiegyenlítettebb víz- és tápanyagellátást várunk el, valamint a parcellák homogenitásának fokozását és a növények stressztűrésének javulását.

A mikroorganizmusok segítenek a tápanyagok lebontásában és átalakításában, hogy a növények számára felvehetőek legyenek. Emellett segítenek a kórokozók és károsító szervezetek elleni védekezésben is. Elmondható, ezek az elvárások teljesültek a kezelések során.

IRODALOMJEGYZÉK

1. AGAPIOU A., HADJIMITSIS D., ALEAKIS D. (2012): Evaluation of broadband and narrowband vegetation indices for the identification of archaeological crop marks. *Remote Sensing* 4 (12) 3892-3919.
2. ARREGUI L.M., LASA B., LAFARGA A., IRANETA I., BAROJA E., QUEMADA M. (2006): Evaluation of chlorophyll meters as tools for N fertilization in winter wheat under humid Mediterranean conditions. *European J. of Agronomy* 24. 2: 140-148 <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.05.005>
3. BÉLTEKI I. (2019): Őszi búza fajtákkal végzett kísérletek a tájnak megfelelő fajták kiválasztására. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő.
4. BOCZ E. (1996): Búza. 212-274. p. In: BOCZ E. (Szerk.): *Szántóföldi növénytermesztés*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 887 p
5. CSERHÁTI S. (1906b): Növénytermelés II. Különleges növénytermelés. Győr, 62 p.
6. DEMIRKESEN I., MERT B., SUMNU G., SAHIN S. (2010): Rheological properties of gluten free formulations
7. FARIDI, HAMED, RASPER, VLADIMIR F (1987): The alveograph handbook
8. FÜLEKY GY., BIDLÓ A., BÍRÓ B., TOMBÁ CZ E., HORVÁTH E., MICHÉLI E., PÁPAY L., FARSANG A. (2008): Talajvédelem, talajtan, Pannon Egyetem, Veszprém
9. GABRIEL J.L., ZARCO-TEJADA P.J., LOPEZ-HERRERA P.J., PEREZ-MARTÍN E., ALONSO-AYUSO M., QUEMADA M. (2017): Airborne and ground level sensors for monitoring nitrogen status in a maize crop. *Biosystem Engineering* 160: 124-133
10. GITELSON, A. AND M. MERZLYAK (2004). Non-destructive assessment of chlorophyll, carotenoid and anthocyanin content in higher plant leaves: principles and algorithms. *Remote Sensing for Agriculture and the Environment*. S. Stamatiadis, J. M. Lynch and J. S. Schepers eds. Ella, Greece, p.78-94.
11. GRACIA-ROMERO A., KEFAUVER S.C., VERGARA-DÍAZ O., ZAMAN-ALLAH M.A., PRASANNA B.M., CAIRNS J.E., ARAUS J.L. (2017): Comparative Performance of Ground vs. Aerially Assessed RGB and Multispectral Indices for

- Early-Growth Evaluation of Maize Performance under Phosphorus Fertilization. *Front. Plant Sci.* 8, 2004.
12. GUJRAL, H.S. AND ROSELL, C.M. (2004) Functionality of Rice Flour Modified with a Microbial Transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, 39, 225-230.
 13. HELMECZI, B. (2005): *Mezőgazdasági mikrobiológia*. Debrecen: Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Mezőgazdaságtudományi Kar, Talajtani és Mikrobiológiai Tanszék. 456 p.
 14. HOESENEY C., DELCOUR J. (1994): *Principles of cereal science and technology*, 8-13 p.
 15. HOLLÓ S., KÁDÁR I. (2003): A műtrágyázás és a meszezés hatása a talaj termékenységre. In: Blaskó L., Zsigrai Gy. (szerk.), *Műtrágyázás, talajsavanyodás és meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat talajain (Karcag-Keszthely)*, Kompolt, 217-224.
 16. HOLLÓ S., PETHES J., AMBRUS A. (2009): A tartós szerves és műtrágyázás hatása a talaj könnyen oldható foszfortartalmára Kompolton, csernozjom barna erdőtalajon. Tartamkísérletek jelentősége a növénytermesztés fejlesztésében. Jubileumi tudományos konferencia. Martonvásár, 2009. október 15. 227-234
 17. HORNOK M., PEPÓ P. (2009): Fontosabb agrotechnikai tényezők hatásának vizsgálata az őszi búza termesztésben. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.
 18. JOLÁNKAI M. – SZABÓ M. (2005): Búza. 183-204. p. In: ANTAL J. (Szerk.): *Növénytermesztéstan 1. A növénytermesztéstan alapjai*, Gabonafélék. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 391 p.
 19. KAJDI F. (2011): A búza minősége és annak vizsgálata. *Agronapló*, 2011/05 <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2011/05/szantofold/a-buza-minosege-es-annakvizsgalata> 27-28 2023. 09. 25.
 20. KÁTAI J., SÁNDOR ZS. (2011): Alkalmazott talajtan. Az Agrármérnöki MSc. szak tananyagfejlesztése. TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt.
 21. KHATKAR B.S., BELL A.E., SCHOFIELD J.D.(1995): The dynamic rheological properties of glens and gluten sub-fractions from wheats of good and poor bread making quality, 29-44 P.
 22. KHATKAR B.S., MUDGIL D., BARAK S. (2006): Relationship of gliadin and glutenin proteins with dough rheology, flour pasting and bread making performance of wheat varieties

23. KOLTAY Á. – BALLA L. (1982) Búzatermesztés és nemesítés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 20-349. p.
24. LÁNG G. (1966): A növénytermesztés kézikönyve 1. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 48- 106. p.
25. LÁPOSI R., BEKŐ L., KAPRINYÁK T., MOLJAK S., TÓTH SZ. (2020): Evaluation of soil bacteria treatments on some physiological parameters of crops by spectral vegetation indices. *Ecocycles* 6: 134-145
26. MANNINGER E.- SZEGI J. (1963): A „baktériumtrágyák” alkalmazásáról tartott nemzetközi koordinációs konferencia Leningrádban.
27. MATICS H, BIRÓ B. (2015): History of soil fertility enhancement with inoculation methods
28. MERZLYAK M.N., GITELSON A.A., CHIVKUNOVA O.B., RAKITIN V.Y. (1999): Non-destructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening. *Physiol Plant*. 106: 135-141
29. NEMZETI AGRÁRGAZDASÁGI KAMARA (2020): Talajtan biogazdálkodóknak II., talajbiológia, talajfunkciók
30. PENUELAS J., BARET F., FILELLA I. (1995): Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. *Photosynthetica* 31(2): 221-230
31. PENUELAS J., FILELLA I. (1998): Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. *Trend Plant Sci* 3: 151-156
32. PEÑUELAS J., PINOL J., OGAYA R., FILELLA I. (1997): Estimation of plant water concentration by the reflectance water index (R900/R970). *Int. J. Remote Sens.*, 18, 2869- 2875
33. POLLHAMER E-NÉ (1981a): A búza és a liszt minősége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 199 p.
34. POLLOCK S., WINGHAM P. (1992): A Föld, Magvető kiadó, Budapest, 32 pp.
35. PRETTENHOFFER I. – GRATZL D. (1961): A szikjavítás hatása a búza termésére a tiszántúli mésztelen szikeseken. In: BAJAI J. (Szerk.): *Búzatermesztési kísérletek 1952- 1959*. Akadémiai Kiadó, Budapest. 296-320. p.
36. RADICS L., BORSOS J., PUSZTAI P., SZEMÁN L., TOMPOSNÉ L. V. (1994): Szántóföldi növénytermesztéstan, Budapest
37. RAJCAN I., DWYER L. M., TOLLENAAR M. (1999): Sink ratio and leaf senescence in maize: II. Nitrogen metabolism during grain filling, *Field Crops Res.*

38. Rasper, V. F.-Pico, M. L.-Fulcher, R. G. (1986): Alveography in quality assessment of soft white winter wheat cultivars. *Cereal Chemistry*, 63, 359-400
39. SANKARAN S., KHOT L.R., ESPINOZA C.Z., JAROLMASJED S., SATHUVALLI V.R., VANDEMARK G.J., MIKLAS P.N., CARTER A.H., PUMPHREY M.O., KNOWLES N.R., PAVEK M.J. (2015): Low-altitude, high-resolution aerial imaging systems for row and field crop phenotyping: a review. *European Journal of Agronomy* 70: 112-123
40. SCHIPPERS B., BAKKER W. A. (1985): Microbial cyanide production in the rhizosphere in relation to potato yield reduction and *Pseudomonas* SPP-mediated plant growth-stimulation
41. STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY. (1999): Talajtan, Mezőgazda kiadó, Budapest
42. SZABÓ, A (2008a): Bevezetés a mezőgazdasági mikrobiológiába. Debrecen: Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma. Mezőgazdaságtudományi Kar. Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet. 288 p.
43. SZABÓ, I. M. (2008b): Az általános talajtan biológiai alapjai. Budapest: Mundus Magyar Egyetemi Kiadó. 406 p.
44. SZALAI Z. (2011): Bevezetés a talajtanba környezet-tanosoknak, Typotex kiadó, Budapest
45. TÓTH Á. (2006): Őszi búzafajták alveográfus minősége és a minőség alakulására ható tényezők értékelése. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen. 30-33. p.
46. TÓTH N. (2011): A környezeti tényezők hatása az árpa és a maláta söripari tulajdonságaira, Doktori értekezés, Szent István Egyetem. Gödöllő
47. VERAVERBEKE W., DELCOUR J. (2002): Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality
48. WASS-MATICS H. (2018): Mikrobiális talajoltóanyagok működőképességét befolyásoló környezeti tényezők vizsgálata. Doktori értekezés, Pannon Egyetem, Festetics Doktori Iskola, Keszthely
49. WIESER, W. BUSHUK, AND F. MACRITCHIE. (2006): Gliadin & Glutenin: The unique balance of wheat quality, 213-240 p.
50. ZARCO-TEJADA, P. J., USTIN S.L., WHITING M. L. (2005): Temporal and Spatial Relationships between Within-Field Yield Variability in Cotton and High-Spatial Hyperspectral Remote Sensing Imagery. *Agronomy Journal*, 97(3): 641-653

Internetes hivatkozások

INTERNET 1: <https://talajbakterium.hu/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 10.

INTERNET 2: <https://agrobio.hu/hu/bakteriumok>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 10.

INTERNET 3: <https://phylazonit.hu/mit-adnak-nekunk-a-talajbakteriumok/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 10.

INTERNET 4: <https://agrobio.hu/hu/bakteriumok>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 10.

INTERNET 5: <https://www.agrarunio.hu/hirek/novenytermesztes/2714-bovuelt-a-besztereci-phylazonit-uezem>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 10.

INTERNET 6: <https://phylazonit.hu/termek/phylazonit-talajolto/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 7: <https://phylazonit.hu/termek/phylazonit-tarlobonto/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 8: <https://agrobio.hu/hu/bakteriumok>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 9: <https://agrobio.hu/hu/termek-kijuttatas/talajolto-termek/bactofil-kalaszos/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 10: <https://agrobio.hu/hu/termek-kijuttatas/talajolto-termek/bactofil-a10-egyszikuekhez/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 11: <https://agrobio.hu/hu/termek-kijuttatas/talajolto-termek/bactofil-b10-ketszikuekhez1/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 12: <https://agrobio.hu/hu/termek-kijuttatas/talajolto-termek/bactofil-b10-ketszikuekhez1/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 13: <https://mikro-vital.hu/termek/mikro-vital/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 14: <https://mikro-vital.hu/termek/mikro-vital-plusz/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 15: <https://mikro-vital.hu/termekeink/mikro-vital-cplusz/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 11.

INTERNET 16: <https://www.magro.hu/agrarhirek/itt-vannak-a-hazai-betakaritas-adatai-nagyot-nott-a-tavaszi-arpa-atlagos-termesmennyisege/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 13.

INTERNET 17: <https://genezispartner.hu/novenykulturak/szantofoldi-novenyek/tavaszi-buza/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 13.

INTERNET 18: <https://www.yara.hu/tapanyagellatas/oszi-buza/buza-kategorizalasa/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 13.

INTERNET 19: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2002/2/novenytermesztes/a-tavaszi-buzak-integralt-termesztese>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 13.

INTERNET 20: <https://genezispartner.hu/novenykulturak/szantofoldi-novenyek/tavaszi-buza/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 13.

INTERNET 21: <http://agromag.hu/termek/babona/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 10. 25.

INTERNET 22: <https://martongenetics.com/termek/mv-nemere-agrar-innovacios-nagydi-2018/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 08. 13.

INTERNET 23: <https://martongenetics.com/termek/mv-nador/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 09. 20.

INTERNET24:<https://martongenetics.com/termek/mv-menrot-agrar-innovacios-nagydi-2018/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 09. 20.

INTERNET 25: <https://martongenetics.com/termek/mv-krajcar/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 09. 20.

INTERNET 26: <https://martongenetics.com/termek/mv-felleg/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 09. 20.

INTERNET 27: <https://martongenetics.com/wp-content/uploads/2021/05/Oszi-buza-Mv-Kondas.pdf>

Lekérdezés időpontja: 2023. 09. 20.

INTERNET 28: <https://martongenetics.com/termek/mv-talentum/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 09. 20.

INTERNET 29: <https://agromag.hu/termek/babona/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 10. 20.

INTERNET 30: https://agromag.hu/wp-content/uploads/2022/06/Babona_2022.pdf

Lekérdezés időpontja: 2023. 10. 26.

INTERNET 31: <https://bionatkft.hosting.atw.co.hu/termekeink/mv-supary/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 10. 26.

INTERNET 32: <https://www.enfo.hu/index.php/node/6443>

Lekérdezés időpontja: 2023. 10. 26.

INTERNET 33: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0071.html

Lekérdezés időpontja: 2023. 10. 26.

INTERNET 34: <https://agraragazat.hu/hir/tesztanyujthatosag-vizsgalatok/>

Lekérdezés időpontja: 2023. 10. 26.

TÁBLÁZATOK ÉS ÁBRÁK JEGYZÉKE

1.táblázat	Csapadékadatok 2019. szeptember és 2020. július között Kompolton.....	19
2. táblázat	Csapadékadatok 2021. szeptember és 2020. július között Kompolton.....	19
3. táblázat	Az alkalmazott agrotechnika 2019-2020-ban a KTK1-es parcellán.....	21
4. táblázat	A dolgozatban alkalmazott spektrális vegetációs indexek és a velük kapcsolatba hozható élettani paraméterek.....	25
5. táblázat	Búza minőségi kategóriák és követelmények.....	28
6. táblázat	Spektrális vegetációs indexek statisztikai elemzésének eredményei 2020-ban Babona őszi búza nagytáblás kísérletében (átlag+SD). ANOVA: *- $p \leq 0,05$; **- $p \leq 0,01$; ***- $p \leq 0,001$; a, b, c index: Tukey-b teszt szerinti szignifikancia csoportok ($p < 0,05$).....	31
7. táblázat	Spektrális vegetációs indexek statisztikai elemzésének eredményei 2022-ben Mikro-Vital-lal kezelt búza fajtasor kisparcellás kísérletében (ANOVA: *- $p \leq 0,05$); **- $p \leq 0,01$; ***- $p \leq 0,001$). Nyíl iránya: ↑ - Mikro-Vital-lal kezelt egyedekben szignifikánsan nagyobb az értéke, ↓ - kisebb az értéke, mint a kontrollban.....	32
8. táblázat:	A Mikro-Vital kezelés hatása a búza fajták minőségére kisparcellás kísérletben (2022.07.21.).....	36
1.ábra	A nitrogén körforgása.....	8
2. ábra	A kísérleti területek elhelyezkedése Kompolton 2020-ban és 2022-ben.....	21
3. ábra	Alveográf görbe.....	27
4. ábra	A levelek relatív klorofill tartalma (SPAD-érték) a kalászhányás kezdetén a nagytáblás kísérletben.....	29
5. ábra	A levelek relatív klorofill tartalma (SPAD-érték) a kalászhányás kezdetén a kisparcellás fajtaösszehasonlító kísérletben (2022.05.22.).....	30
6. ábra	A Mikro-Vital kezelés hatása az őszi búza termésátlagára nagytáblás kísérletben (2020.07.30.).....	33
7. ábra	A Mikro-Vital kezelés hatása a Babona őszi búza termésminőségére nagytáblás kísérletben.....	34
8. ábra	A búza fajták termésátlaga kisparcellás fajtaösszehasonlító kísérletben.....	35
9. ábra	Az őszi búza termésátlaga 2022-ben a KSH adatai alapján.....	36

NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

Dudás Anna Fruzsina (Neptun azonosítója: **TAP01D**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: Gyöngyös, 2023. 11. 02.



belső konzulens
Dr. László Réka

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános
hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:

A Hallgató Neptun kódja:

TAPOLD

A dolgozat címe: Talajok állapota, talajok állapotát befolyásoló tényezők, talajvédelem

A megjelenés éve:

2023

A konzulens intézetének neve:

MATE Károly Robert Campus, Növénytermesztés -

A konzulens tanszékének a neve:

tudományok Intézet
Agrár- és Élettudományi tanszék

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

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

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

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

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

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

Kelt: 2023 év 11 hó 06 nap

Dedák Anna Tamara

Hallgató aláírása