

SZAKDOLGOZAT

Szurap Adolf

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Növénygenetikai és növénynemesítési- szakirányú
továbbképzés Szak

TRITIKÁLÉ NEMESÍTÉSI TÖRZSEK FEHÉRJE
VIZSGÁLATA

Belső konzulens: Dr. Pauk János
tud.tanácsadó,
egyetemi magántanár

Belső konzulens
intézete/tanszéke: **Genetika tanszék**

Külső konzulens: Dr. Mihály-Langó Bernadett
Laborvezető

Készítette: **Szurap Adolf**

GÖDÖLLŐ
2023

ÖSSZEFOGLALÁS

A tritikálé (*X Triticosecale* W.) az évek során a világ mezőgazdaságában egyre népszerűbb gabonanövény. A megváltozott táplálkozási szokásoknak köszönhetően egyre nagyobb figyelmet kap már nem csak a keleti és afrikai országokban, hanem nyugaton is, így a gabonanövény nemesítése is fellendült az utóbbi évtizedben.

Szakkolgozatomban tritikálé nemesítési törzsek fehérje tartalmának genotípusos, illetve környezeti (évjárat, termőhely) változékonyságát vizsgáltam, valamint az input anyag hatását a fehérje mennyiségre. Az eredményekből megállapítható, hogy a tritikálé törzsek megnövelt input esetén szignifikánsan magasabb fehérje tartalmat produkálnak különböző években is. Az időjárás hatása nagyban hozzájárul, hogy mennyivel lesz nagyobb a különbség a magas és alacsony input anyaggal kezelt kísérletek eredményei között. Feltételezhető, hogy a magasabb csapadék mennyiség megkönnyíti a nitrogén felhasználását a növénynek és ezért csapadékosabb évben az emelt inputtal kezelt tritikálé a megszokottnál magasabb fehérjét produkálhat, mely mind takarmányozás, mind humán célú felhasználás szempontjából előnyös lehet. A környezeti hatások nem elhanyagolhatóak, így a nemesítés során ezeket figyelembe kell venni. További vizsgálatok szükségesek, hogy megfelelő következtetéseket tudjunk levonni a nemesítésbe.

ABSTRACT

Over the years, triticale (*X Triticosecale* W.) has become increasingly accepted in the world of agriculture. Thanks to changing tendency of eating habits, it is receiving more attention not only in Eastern and African countries but also in the West. As a result, the breeding of this cereal has gained in recent decades.

In my thesis, I investigated the genotypic and environmental (year, location) variability of the protein content of triticale breeding strains and the impact of input materials on protein quantity. The results indicate, that triticale strains significantly produce higher protein content when the input is increased in various years. Weather conditions greatly contribute to the difference in results between experiments with high and low input materials. It is conceivable that a higher amount of rain facilitates nitrogen utilization by the plant, and therefore, in wetter years, triticale treated with increased input may produce higher protein levels than usual. This can be advantageous in terms of using it in both feeding and food industry. Environmental effects are not negligible, so they must be taken into account during breeding.

Furthermore, further examination of these is necessary so that an appropriate conclusion can be drawn.

TARTALÓJEGYZÉK

ÖSSZEFOGLALÁS.....	3
1.BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	5
2.IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
2.1.A tritikálé kialakulása.....	6
2.1.1.A tritikálé termesztése Magyarországon.....	7
2.2.Vetéstől az aratásig.....	9
2.3.A tritikálé mint tömegtakarmány.....	10
2.4.A tritikálé mint szemestakarmány.....	11
2.5.A tritikálé fehérjetartalom.....	13
2.6.A tritikálé liszt humán hasznosítása.....	15
3.ANYAG ÉS MÓDSZERTAN.....	17
3.1.Anyag.....	17
3.1.1.Makói termőhely 2021/2022 évi adatai.....	17
3.1.2.Makói termőhely 2022/2023 évi adatai.....	19
3.1.3.Törökszentmiklósi termőhely 2022/2023 évi adatai.....	20
3.2.Anyagok és módszerek.....	21
3.2.1.Minták előkészítése és vizsgálata.....	21
4.EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	22
4.1.Fehérje tartalom termőhely szerint.....	22
4.2.Fehérje tartalom évjárat szerint.....	24
4.3.Fehérje tartalom termesztési körülmények szerint.....	25
4.3.1.Tápanyag utánpótlás.....	25
4.3.2.Vetés csíraszám.....	28
4.4.Hatások komplex statisztikai értékelése.....	29

5.ÖSSZEFOGLALÁS KÖVETKEZTETÉSEK.....	31
IRODALOMJEGYZÉK.....	32
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	35

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A tritikálé a búza és a rozs keresztezésével létrejött első olyan gabonanövény, amelyet emberi beavatkozással sikerült előállítani. A kutatók ma is aktívan vizsgálják ennek a növénynek a származását. A tritikálé ötvözi a búza természetes terméspotenciálját a rozs speciális alkalmazkodó képességével, amely magában foglalja a szárazságtűrés, hidegtűrés és az extenzív termesztés lehetőségét. A tritikálé kiemelkedő szerepet játszik a növénytermesztésben, mivel olyan területeken is termeszthető, ahol a búza nehezebben. Ma mintegy 4 millió hektáron termesztik, elsősorban Európában, de Ausztráliában, Dél-Amerikában, Ázsiában, Afrikában is népszerű. Magyarországon a 90-es évek óta vált jelentőssé, jelenleg mintegy 80-90 ezer ha területen termesztenek többnyire magyar nemesítésű tritikálé fajtákat.

Felhasználása sokáig a takarmányozásra korlátozódott, illetve a megújuló energiatermelés alapanyagaként is szerepet játszik. Tömegetakarmányként a jövőben fontos szerepet játszhat a tejelő szarvasmarha és hízó bika takarmányozásában. A hazai nemesítés terén jelenleg az értékes beltartalomra való szelekció és a malom- és sütőipari technológiai szempontok is kiemelkedő fontosságúak a termőképességgel és annak stabilitásával együtt. A tritikálé különleges összetétele a fehérjekomponensek és a rozsból származó rostalkotók ötvözése, amelyek gyengébb fehérje összetevőkkel egyedi sütőipari felhasználást is kínálnak. Ennek megfelelően a jelenlegi ajánlások elsősorban búzaliszttel kevert termékeket javasolnak, azonban az alkalmazott arányok és a fajtaválasztás alapvetően meghatározza a keverékek technológiai minőségét.

Mivel a hétköznapiakban a tritikálé nemesítésében dolgozom, így látom milyen fontos növény lehet a jövőben a tritikálé úgy a takarmányozás, mint a humán táplálkozás terén.

Ennek megfelelően a célkitűzéseim a következőképpen alakultak:

- 15 tritikálé genotípus fehérje mennyiségének vizsgálata a genotípus hatásának vizsgálatára.

- környezeti hatások vizsgálata: különböző termőhelyekről (Makó, Törökszentmiklós) és évjáratokból (2022, 2023) származó minták adatainak összehasonlítása.
- különböző termesztési körülmények (High Input és Low Input kezelés, normál és sűrített vetés) hatásának vizsgálata.
- az eredmények összevetése két már elismert kontoroll tritikálé fajtával.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az irodalmi részben a tritikálé növény létrejöttéről, annak nemesítési alapjairól és genetikai hátteréről írok, valamint a termeléséről és annak alakulásáról. A növény felhasználási területeit is bemutatom, a humán célú felhasználás és annak fejlődését, valamint a különböző takarmányozási formákat is ismertetem.

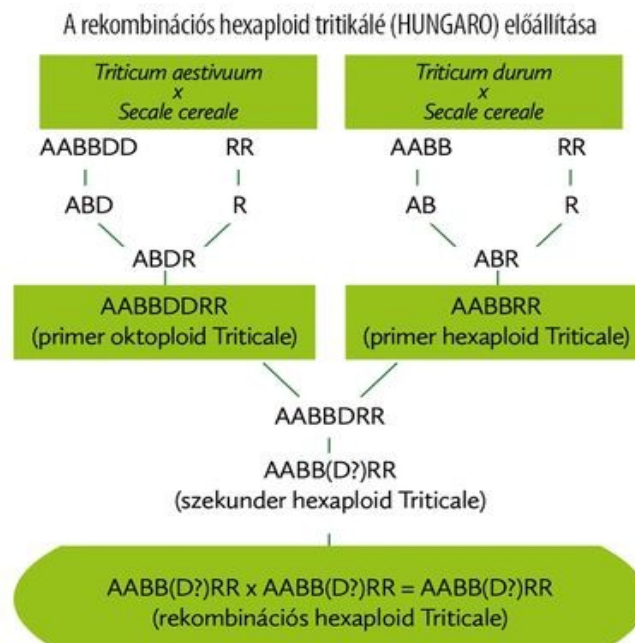
2.1. A tritikálé kialakulása

A kérdésre, hogy mi a tritikálé nemesítés célja Kiss Árpád (1968) így fogalmazott: „Erre ma már könnyen felelhetünk. Biztosan nagy termőképességű, télálló és fagyálló, jó takarmányértékű és később jó lisztminőségű törzsek, illetve fajták előállítására” (Kiss, 1968).

A gabonafélék az emberiség alapvető táplálék forrásai. E tény különösen fontos napjainkban, amikor a Föld népessége elérte a 7,3 milliárd főt és várhatóan ez a szám 2050-re 9 milliárd fölé fog emelkedni. A fejlett és fejlődő országok, köztük hazánk növénytermesztésében a termésátlagok növelése mellett egyértelműen fontossá vált a változó felhasználói igények kielégítése, differenciált minőségű növényi termékek előállítása, a multifunkcionalitás és fenntarthatóság követelményeinek biztosítása (Pepó, 2012). A gabonafélék palettáján egy különleges és üde színfolt a tritikálé (x *Triticosecale* Wittm.), mely a minőségi és mennyiségi gabona előállításban előrelépést jelent (Ács, 2016). A tritikálé az első szintetikus előállított gabonaféle, melyet a búza (*Triticum* spp.) és a rozs (*Secale cereale*) keresztezéséből alakították ki. A keresztezés célja a búza magas hozamának és jó malmi minőségének, a rozs jó télállóságával, szárazság tűrésével, betegségekkel szembeni toleranciájával és magas fehérje és lizin tartalmával való kombinálása volt (Lorentz, 2003). A tritikálé lehet oktoploid ($2N = 56$; AABBDDRR) vagy hexaploid ($2N = 42$ AABBRR) attól függően, hogy melyik búzát, közönséges búza (AABBDD) vagy durumbúza (AABB) keresztezik rozssal (RR) (1. ábra) (Lelley, 1992). Az oktoploid típusok nagy genomja kevésbé

stabil, és az ázsiai fajták kivételével a legtöbb termesztésben elterjedt tritikálé hexaploid típusú. Érdekes módon két oktoploid tritikálé keresztezésekor a keletkező utód hexaploid, ami növeli a tenyésztési és szelekciós lehetőségeket (Randhawa et al., 2015).

1968-ban jelentek meg a világ első kereskedelmi termelésre szánt tritikálé fajtái a T-No.57 és a T-No.64, melyeket Kiss Árpád hozott létre Kecskeméten a Duna-Tisza-közi Mezőgazdasági Kísérleti Intézetben (napjainkban Zöldségtermesztési Kutatóintézet Rt.). Kiss másodlagos hexaploidjaival a modern tritikálé nemesítést hozta létre, melyek a rozshoz hasonlóan tudtak alkalmazkodni a gyengébb talajokhoz, viszont 30-50%-kal több fehérjét tartalmaztak. Kiss 1969-1970-ig több mint 10 másodlagos hexaploid vonalat fejlesztett ki és küldte el a Szegedi Gabonakutató Intézetbe további vizsgálatokra (Bóna és Kiss, 2002).



1. ábra. A különböző ploidszintű tritikálék előállítása (Forrás: Kruppa, 2014)

Ugyancsak ekkor döntött az akkori Agrárminisztérium az extenzív tritikálénemesítés megszüntetéséről Magyarországon. Az állami tisztviselők ez idő alatt hoztak nemzetközi döntéseket a kommunista országok tudományos és technológiai együttműködéséről, így a döntés alapján Kiss kénytelen volt átadni az eredményeit a lengyeleknek (Bóna és Kiss, 2002).

2.1.1. A tritikálé termesztése Magyarországon

Magyarországon 2022-ban 20 államilag elismert tritikálé fajta van forgalomban a piacon, ebből az elmúlt 4 évben a Szegedi Gabona Kutató fajtái foglalják el az első két helyet mind vetőmag előállításban, mind vetésterületben. (NÉBIH, 2022)

Az elmúlt években valamelyest visszaesett a tritikálé termőterülete a világon, 2015-ben 4,2 millió hektáron vetettek belőle, ez 2021-re visszacsökkent 3,8 millió hektárra emellett a búza vetésterülete is visszaesett az elmúlt években. Európában termelik a világon előállított tritikálé több mint 90%-át; Lengyelország, Fehéroroszország, Németország, Franciaország, Oroszország és Spanyolország piacvezető pozíciója mellett Magyarország a 7. legnagyobb tritikálé termesztő ország a világon (FAOSTAT, 2023).



2.ábra. A Tritikálé kalász és szemtermés (Forrás: saját fotó)

A tritikálé igénytelenebb a búzánál, alkalmazkodóképessége kitűnő. Szárazságtűrése jobb, vízigénye, tápanyagigénye kisebb, mint a búzának, öntözést nem igényel. A takarmány és étkezési tritikálénak megegyezik az agrotechnikája, de a jó minőség (síkértartalom, esésszám stb.) érdekében nagyobb odafigyelést, harmonikus tápanyagellátást és beérést követően minél gyorsabb betakarítást igényel. A bokrosodáskori éjszakai alacsony hőmérséklet kifejezetten fontos a tritikálé számára, hogy a termőképességét ki tudja bontakoztatni. Még kora tavasszal, alacsony hőmérsékleti feltételek mellett (3-10°C) is képes erőteljes oldalhajtás fejlesztésre. A talajjal szemben a rozs kivételével igénytelenebb a többi gabonafélénél (Kruppa, 2014). A jelenlegi kutatások és termesztési tapasztalatok azt jelzik, hogy alacsony nitrogén ellátottságú talajokon kedvezőbb növény, mint a búza, árpa vagy kukorica, de jobb termékenységű talajokon is versenyképes az említett gabonafélékkel. Ugyanolyan nagy – néha nagyobb – termésekre képes, mint a búza, vagy árpa, de kisebb

ráfördítással. A termőhely kiválasztásánál tehát az lehet a fő szempont, hogy a búzának már kevésbé jó humuszos homoktalajokon, erdőtalajokon, közép-kötött talajokon és kötött réti talajokon egyaránt termesztethető. Tápanyag és vízigénye azonban nagyobb, mint a rozszé, ezért 0,8% alatti humusztartalmú homok és futóhomok talajokon már eredményesen nem termesztethető (Radics és Pusztai, 2011).

2.2. Vetéstől az aratásig

A vetés ideje szerint kétféle tritikálét különböztetünk meg, őszi és tavaszi vetésűt. A téli fajták optimális vetésideje agroökológiai viszonyaink között változó és függ az egyes tájegység időjárási viszonyaitól, a talajművelés idejétől és minőségétől, valamint a természetű fajta biológiai jellemzőitől. Átlagos körülmények között a téli tritikálé vetésének optimális ideje szeptember második fele és október első fele között van. Kedvező külső környezeti feltételek mellett a vetés október végéig kitolható. Észak felé haladva, a hidegebb éghajlatú területeken az optimális vetésidő korábban, szeptember második felében kezdődik, a téli fajták termesztésének szélső határain pedig szeptember elején van vetés (Glamočlija et al., 2017). A tritikálé bokrosodó képessége szignifikánsan jobb, mint a búzáé. Ebből következik, hogy a vetőmag mennyiséget speciális kísérletekben kell meghatározni. Az állami minősítéskor a 90-es évek elején erre külön kísérleteket állítottak be különböző származású és magasságú fajtákkal és törzsekkel 3,5, 4,5 és 5,5 millió csíraszámmal. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a fajták átlagában nincs szignifikáns különbség, ezért többet vetni, mint 3,5 millió csíra hektáronként, nem érdemes (Link 1). Optimális csíraszám az időben vetett állomány kellő mértékben bokrosodik és nagyobb nitrogén adagokat is elbír. A gyengébb termékenységű, gyengén humuszos homoktalajokon a korábbi szeptember végi vetés javasolható nagyobb csíraszámmal (4,5 millió). Humuszos homoktalajokon és 1,0-1,2% közötti humusztartalmú erdőtalajokon az október elejei, 4,0 millió csíra/ha magmennyiséggel történő vetés, míg jobb termékenységű csernozjom barna erdő- és csernozjom-, valamint csernozjom réti- és öntéstalajokon 3,5 millió csíra/ha állománysűrűség, illetve október 5-10 közötti vetésidő javasolható. Homoktalajon a mélyebb, kötöttebb talajon a sekélyebb vetés ajánlott. A túl mély (8-10 cm) vetés, a rozshoz hasonlóan – jelentős termés kiesést okoz (Kruppa, 2014). Mindenképpen el kell kerülni a sűrű vetést, mert az az állomány megdőléséhez vezethet. Ezért ajánlatos a tritikálét 15 cm-es sortávolságra

vetni, 4–6 cm mélyre. Csak csávázott vetőmagot vessünk. Tapasztalatok szerint közepesnél jobb talajon, kevés műtrágyával fél magmennyiséggel, 7–8 tonnás termés érhető el hektáronként. A tritikálé kiváló bokrosodó képességével, nagy kalászfeljesztésével, abban nagy ezerszemtömeeggel képes kompenzálni a talajfoltokat és más hiányhelyeket (Link 1). A tritikálé alaktanilag a búza és a rozs között átmenetet képez. A növénymagasság a korai tritikálé akár 170 cm-es magasságához képest jelentősen csökkent, ma már átlagosan 115 cm, magasabb, mint a búza, de a rozsnál alacsonyabb (Kiss, 1968).

A tritikálé téli fajtái június végén, július elején, a tavaszi fajták 10-15 nappal később érik el a technológiai érettséget. A tritikálé nagyon egyenletesen érik, és a kalászkban az érett szemek jobban védettek a kihullástól, mint a rozsbán, de kevésbé, mint a búzában. Könnyen leválasztható a szem a kalászról, az orsó nem törik el, mint a legtöbb búzafajtánál, de a kombájnoknak lassabban kell mozogniuk, mint a búza betakarításakor. A betakarítógép minőségi munkája érdekében a gép beállításait előzetesen a termény állapotának megfelelően kell elvégezni (Glamočlija et al., 2017).

2.3. A tritikálé mint tömegtakarmány

A kérődzők takarmányozása hazánkban az utóbbi években jelentős változásokon ment/megy át. Részben a klímaviszonyok változása, részben gazdasági megfontolások eredményeként újra növekszik a szálas zöldtakarmányok, a zöldtakarmány-keverékek jelentősége (Link 2).

Lehetőség adódik a mezőgazdaság vízhasználatának minimalizálására azáltal, hogy őszi gabonaféléket használnak szilázsként, ahelyett, hogy a kérődzők etetésénél a nyári növényekre támaszkodnának (McGoverin et al., 2011).

A tritikálé lassabban öregszik, mint a rozs. Kényelmesebb, kevésbé kockázatos a betakarítás szempontjából, fiatalon betakarítva szintén kiváló rostemészthetőségű alapanyagot szolgáltat a tejelő tehénnek (3. ábra) (kétmenetes betakarítás), de tejes-érésben is betakarítható üszőknek. Míg szemes terményként eladható, vagy a tejelő tehen adagjába beépíthető gabonaféle (Link 3). A siló minősége attól függ, hogy a tritikálét milyen fejlődési szakaszban vágják le. Mint a legtöbb más növény esetében, fordított összefüggés áll fenn a minőség és a terméshozam között, mivel a fehérjeszint csökken a késleltetett vágás miatt. A tritikálé körülbelül két-három héttel a kalászhányás után a tejes-érés szakaszban történő darabolása maximalizálja az energiát és a hozamot (Link 4).

A bendőben lebontható NDF adja a tehen energiaszükségletének legalább 50%-át, valamint ez biztosítja a tej zsírtartalmát, emellett a tömegetakarmányból származó emészthető struktúrrost hozzájárul a kérődzés fenntartásához és a bendő kémhatásának stabilizálásához. Fontos, hogy gyorsabban ürül, mint a nem lebontható rost, ezért jótékony hatással van az étvágyra is. A nem lebontható rost hosszabb ideig tartózkodik a bendőben, mint a lebontható. Ezáltal lassítja a passzázst. Ez terápiás jelleggel lehet kedvező hatású, amikor bendőacidózist szeretnénk megelőzni vagy megállítani, de általában kedvezőtlen: csökkenti az étvágyat. Így a lebontható és a nem lebontható rost aránya fontos tényező. A kutatás bizonyítja, hogy a tritikálé hasban lévő kalász stádiumban magasabb NDF tartalommal bír, mint tejes-érés szakaszban viszont a zöld hozam magasabb (Hoffmann et al., 2016).

A tritikálé alulvetése hüvelyessel, például borsóval, kiváló minőségű szilázst eredményezhet, jobb termés potenciállal, mint az egyedül termesztett tritikálé. A jobb fehérjeszint akkor marad fenn, ha a borsó a szárazanyag hozam legalább 40 százalékát teszi ki, ami a megfelelő vetési arány fontosságát támasztja alá. Gyakori ajánlás, hogy a borsót teljes arányban, a tritikálét pedig a teljes arány egynegyedével kell vetni. A megfelelő borsóhozam biztosításához és a vetőmag költségeinek csökkentése érdekében a magas szárazanyag-hozamot produkáló, jól versengő, apró magvú borsófajták kiválasztása javasolt (Link 4).

2.4. A tritikálé mint szemestakarmány

A tritikálé szem fizikai állapotára jellemző, hogy sokkal puhább, mint a búza vagy az árpa. Táplálóanyag-tartalmát tekintve nagyon hasonlít a búzára (4. ábra). Táplálóanyagai

között dominál a keményítő és az egyéb szénhidrátok, miközben fehérjetartalma alacsony. Fehérjéje a búzához hasonló aminosav-összetétellel rendelkezik, habár lizintartalmában általában felülmúlja azt, a legmagasabb a gabonák között. Teljesen hasonló a zsírsav- és rostösszetétele is. Ez utóbbiban dominálnak a nem keményítő típusú poliszacharidok (NSP), amelyek között a vízdékony β -glükán és arabinoxilán kedvezőtlen hatású lehet baromfifélék számára a béltartalom konzisztenciájának megváltoztatása és ezáltal a táplálóanyagok kihasználásának rontása révén (Link 2).

Táplálóanyag	Tritikále	Búza
Nyersfehérje (%)	9,62	10,54
Nyerszsír (%)	1,31	1,48
Nyersrost (%)	2,33	2,23
Nyershamu (%)	1,92	1,56
Keményítő (%)	59,89	60,59
Metionin (%)	0,17	0,17
Lizin (%)	0,39	0,30
Treonin (%)	0,32	0,32
Triptofán (%)	0,12	0,13

4. ábra. A tritikálé és a búza tápanyag tartalma (Forrás: Link 2)

A tritikálé baromfitakarmányként való megfelelőségét részben a rendelkezésre álló foszforkoncentráció határozza meg. A takarmányban található magas foszfortartalom csökkenti az ásványianyag-pótlás szükségességét, és ennek következtében a madarak alacsonyabb foszforkiválasztásához vezet. A tritikálé beilleszthető a csirke étrendben, és csökkentheti a környezetszennyezést a hulladékban lévő foszfor csökkentésével (McGoverin et al., 2011). A tritikálé magas fehérjetartalma miatt, amennyiben 50%-nál nagyobb mennyiségben kerül a növekvő és befejező takarmányozású szarvasmarhák takarmányozásába, a fehérje szükségletüket kielégíti és akár túl is lépheti, így nincs szükség további fehérjekiegészítő takarmányra. A nagy mennyiségű tritikálé a bendőben lévő keményítő gyors erjedéséhez és emésztési zavarokhoz, például acidózishoz és puffadáshoz vezethet. E szövődmények elkerülése érdekében egyesek azt javasolták, hogy a tritikálé táplálását olyan szemekkel kombinálják, amelyek lassabban erjednek a bendőben, például kukoricával vagy cirokkal (Meale és McAllister, 2015). Azonban pufferek, adalékok hozzáadásával, vagy a szemek feldolgozott formában (darálva) történő biztosításával az ilyen

problémák megelőzhetők. Ha elsősorban tritikálé-koncentrátumon és egyéb gabonákon alapuló étrendre váltunk, akkor ezeket fokozatosan, 2-3 hét alatt kell bevezetni, ömlesztett tápanyagok kötelező hozzáadásával (Glamočlija et al., 2017). A tanulmány eredményei azt sugallják, hogy a kukorica tritikálével való helyettesítése az átmeneti időszak bármely szakaszában javítja a tejhozamot, és ha mindkét időszakban etetik, a tejfehérje javulása is megfigyelhető (Meale és McAllister, 2015). A tritikálé nagyon előnyös a sertések takarmányozásánál is. A sertéseknél nagyon fontos a gabonában található fehérjék aminosav-összetétele. Különösen fontosak az esszenciális aminosavak, amelyeket ezen állatok étrendjében biztosítani kell. Ezek közül kiemelendő a lizin, amely a sertések megfelelő növekedéséhez és fejlődéséhez szükséges. Más gabonafélékhez képest, amelyek szemtermését sertéstakarmányozásban használják, a tritikálé ideális forrása ennek az aminosavnak, mivel gazdagabb lizinben, mint a kukorica és az árpa (Glamočlija et al., 2017).

2.5. A tritikálé fehérjetartalom

Kiss (1968) arról beszél, hogy a tritikálék első egyedének fehérje tartalma 18%-körül mozgott, azt is megmagyarázza, hogy ez miért lehetett. A tritikálé szemek kezdetben nem voltak telítettek a búzához és a rozshoz képest. Idővel a szelekciónak köszönhetően az aszott szemek kikerültek és a telített és acélos szemek domináltak, amivel csökkent a fehérje tartalom. A telt szemek előállítására irányuló nemesítési erőfeszítések, azaz a magasabb keményítősint és a magasabb terméspotenciál a normál kenyérbúzához hasonlóan alacsonyabb fehérjeszintet eredményeztek. A tritikálé nyersfehérje aránya 9-15% között mozog, a keményítőtartalom, ami rontja az emészthetőséget és a kenyérsütési minőséget az 66-73 % (McGoverin et al., 2011).

Ács és Bóna (2016) azt állapították meg, hogy emelt nitrogén tartalmú műtrágya (N30, N60) hatására a nyersfehérje tartalom szignifikánsan megnövekedett. A vizsgált tritikálé fajták teljes kiörlésű lisztjeinek farinográfus értékszáma a műtrágyakezelés, az évjárat illetve fajta erős szignifikáns hatása volt igazolható.

A N adagolás növekedése Wojtkowiak (2014) szerint 120 kg/ha felett növeli a szem glutenin tartalmát, más multikomponensek hozzáadagolásával, vagy anélkül. Levéltrágyázás karbamiddal és mikrokomponensekkel a többkomponensű műtrágyákban hozzájárul az alfa/béta típusú gliadinok csökkenő felhalmozásához, a N dózistól függően.

Az eredeti búza (AABBDD) és rozs (RR) szülőkből történő hexaploid tritikálé előállításánál a búza D-genomja elveszett. Ez a genom a legfontosabb a búza sütési minősége szempontjából (Woś és Brzeziński, 2015).

A búzaszem átlagosan 9-15% albumint, 6-7% globulint, 33-45% prolamin és 40-46% glutelint, a rozsszem 10-44% albumint, 10-19% globulint, 21-42% prolamin és 25-40% glutelint tartalmaz. Mindkét gabona esetében az endosperm prolamin és glutelin tartalékfehérje frakciói alkotják a szem fehérjetartalmának 70-85%-át, a tartalékfehérjék mennyisége az összes fehérjetartalomhoz képest a búza esetében magasabb. Tritikáléban a fehérje frakcióinak eloszlása a következőképpen alakul: 38-45,5% albumin, 19,7-30,2% globulin, 11,4-26,1% prolamin és 6,8-9,6% glutelin (Langó, 2019).

A közönséges búzánál a sütőipari minőséget alapvetően meghatározó sikér glutenin HMW alegységei az 1A, 1B és 1D kromoszómák hosszú karján kódolódnak. Legalább 21 allélvariáció feltételezhető a Glu-A1, Glu-B1 és Glu-D1 lókuszokkal. Ezek jelentőségének aránya 20:30:50. A leglényegesebb gének a kenyérbúza D-genomjára lokalizáltak (Ács, 2015). A D-genomban a Glu-D1, Gli-D1, Glu-D3 és Gli-D2 lókuszok vannak, és ezek a lókuszok kódolják a glutenineket és a gliadinokat. Ezen alacsony (LWM) és nagy (HWM) molekulatömegű alegységek hiánya súlyosan gátolja az erős sikérhálózat kialakulását (McGovern et al., 2011).

Pattison (2013) szerint a genetikai transzlokáció a modern tritikálékban potenciális lehetőség az általánosan gyenge sikérminőség megoldására, jóllehet véleménye szerint a búzáéhoz hasonló liszttulajdonságok elérhetők hagyományos növényneveléssel is, valamint megoldást jelenthet, hogy megfelelő minőségű szülő fajtákkal hoznak létre primer tritikálékat. Kimutatta, hogy magas SDS szedimentációs értékkel rendelkező szülőpartnerek felhasználásával lehetséges kiváló sikér tulajdonságú tritikálét előállítani.

Ács és Bóna (2000) erős pozitív összefüggést tapasztalt a fehérjetartalom és a nedves sikér között, míg az SDS szedimentációs értékkel kevésbé szoros kapcsolatot írt le. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy a magasabb fehérjetartalom nem minden esetben járhat együtt a sütőipari paraméterek javulásával.



Nedves körülmények között történő termeléshez a tenyésztőknek magas esésszámmal rendelkező vonalakat kell kiválasztaniuk. Értéke rossz időjárási körülmények között nem eshet 150 s alá. Közép- és Nyugat-Európában gyakoriak a csapadékos vegetációs időszakok, és ezeken a területeken különösen fontos a magas esésszám. Kelet-Ukrajnában és Dél-Oroszországban, ahol az éghajlat kontinentális, ritka az esőzés és magas a napsütéses órák száma, bizonyos fajták nagyon magas esésszámmal rendelkezhetnek. A kenyér minősége ezeknél a fajtáknál hasonló volt a búzáéhoz. A lengyel időjárási viszonyok között azonban ugyan ezek a fajták alacsony esésszámmal rendelkeztek és nem voltak jók (5. ábra) a sütési mutatóik (Woś és Brzeziński, 2015).

2.6. A tritikálé liszt humán hasznosítása

A tritikálé lisztből lassú dagasztással és lerövidített fermentációval speciális kenyereket lehet készíteni. Ilyenek például az Észak-Afrikában, a Balkánon és Kis-Ázsia térségében gyakran használt különféle típusú zsemle (lepény), vagy a Nyugat-, Észak- és Kelet-Európában előállított szilárd, sűrű, omlós kenyérfajták. Az ilyen típusú kenyereket többnyire kis pékségekben vagy otthon készítik. A jelenlegi ismeretek szerint jó kenyeret (tortát) akkor lehet kapni, ha a tritikálé liszt aránya legfeljebb 50%. Ha azonban a tritikálé liszt aránya körülbelül 30% a keverékben, akkor olyan élesztős kenyér készíthető, amely minőségileg felülmúlhatja a búzából készült kenyeret (Glamočlija et al., 2017). Egyes tritikálé fajtákat a cukrászipar, míg más típusokat a pékipar alapanyagaként használhatja fel. A szolgáltatók próbálnak igazodni a fogyasztók preferenciáihoz: a hazai lakosság általában a fehérkenyérhez hasonló termékcsoportokat kedvel, így tritikáléból is készül egy könnyebb bélzetű, fehér típusú pékáru, emellett teljes kiőrlésű lisztből sült kenyér is (Langó, 2019). A keverékekkel készült kenyerek érzékszervi jellemzői megfelelőek humán felhasználás szempontjából, jó eltarthatóságú, kellemes ízű és illatú termékek. A magasabb korpatartalmú keverő lisztek használata növeli a táplálkozási értéket, és csökkenti a kenyértérfogatot (Ács, 2015).

A sütőipari termékekben a búza egyik fontos tulajdonsága a szemkeménység, a kemény fajtákat kenyér- és tésztatermékekhez, míg a lágy textúrájú fajtákat süteményekhez és kekszhez használják. A gabonafélék endospermiumának keménysége széles skálán mozog.

A durum nagyon keménynek tekinthető az árpához képest. A tritikálé általában lágy textúrájú a rozsgenom jelenléte miatt (McGoverin et al., 2011).

Az orvosok szerint a tritikálé magas rosttartalmának köszönhetően (akár 50%-kal több, mint a búzában vagy a rozsban) jobban kiegyensúlyozza a vércukorszintet, megakadályozza a glükóz mennyiségének növekedését. Emellett jelentős a szemekben a megnövekedett mangántartalom is, mert ez az elem a glükoneogenezis különféle enzimatikus folyamatainak funkcionális része, így a szervezet jobban elégeti a cukrokat és több energiát ad, ahelyett, hogy a véráramban felvennie azokat (Glamočlija et al., 2017).



6. ábra. Tritikálé lisztből készült termékek (Forrás: saját fotó)

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

3.1. Anyag

A szakdolgozatom kísérlete során 16 tritikálé genotípust vizsgáltam, melyek a Gabonakutató Nonprofit Kft. nemesítési anyagából származtak. 14 törzs (Tc 1-14), előrehaladott fajtakísérletből származott, és 2 vizsgált tétel (GK Szemes, GK Maros), mint piacvezető fajták, kontrollként szerepeltek.

A szakdolgozatomban vizsgált minták a Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft. makói termőhelyén beállított kísérleti parcellákról, 2021/2022, illetve 2022/2023 évjáratokból származtak. Ezekben az években a vizsgált törzsek emelt inputanyaggal (Hi) valamint csökkentett inputanyaggal (Li) lettek ellátva, ezek jellemzőit a későbbiekben taglalom.

3.1.1. Makói termőhely 2021/2022 évi adatai

A kísérlet előveteménye napraforgó volt. A talaj típusa réti csernozjom, melynek termőrétege 30cm. A talaj humusztartalma 3,14%, Arany-féle kötöttsége 43 és kémhatása pH 7,35 volt.

A talajelőkészítés során három alkalommal történt könnyűtárcsázás, amelyek október 19., 22. és 25.-én voltak, közben NPK 10-26-26-os alaptrágyát szórtak szét a területen. A vetés október 26-27.-én történt Wintersteiger Plotseed S függesztett vetőgép segítségével, a parcellák nettó 6,5m² területűek voltak, az egységes parcella méret eléréséhez tavasszal rotátor segítségével egyforma méretűre igazították a teljes kísérletet. A tél során fagykár nem volt tapasztalható, a kísérlet felvételezésekor a beállottság megfelelő volt.

1.táblázat 2021/2022 évi kezelések

	Szer	Li	Dózis	Időpont
Alaptrágya	NPK 10-26-26	x	213,85 kg/ha	2021.10.22.
Fejtrágya	Pétisó 27%		140 kg/ha	2022.03.28.
Lombtrágya	Phostart		2 l/ha	2022.04.20.
Fejtrágya	Pétisó 27%		100 kg/ha	2022.04.26.
Lombtrágya	Fitohorm Turbo Kén + Agrosol Liquid		2 l/ha +2,5 l/ha	2022.05.17.

A Hi és a Li kezelés egyedül az NPK alaptrágyában egyezik, fejtrágyázás először március 28.-án 27%-os Pétisóval történt 140kg/ha arányban. A Pétisó összetevői a következők: Nitrogén (N) 27%, Kalcium-oxid (CaO) 7% és Magnézium-oxid (MgO) 5%. Három héttel később április 20.-án Pohstar lombtrágya került kijuttatásra 2l/ha-os dózisban ezt követően 100kg/ha 27%-os Pétisót használtak újra április 26.-án. Végül május 17.-én lombtrágyázással zárult a kezelések sora (7. ábra) (1.táblázat).



7. ábra. Lombtrágyázás folyamatban (Forrás: saját fotó)

A vizsgált időszak során herbicid és inszekticid vegyszerrel kezelték a Hi és az Li kísérletet is, valamint a Hi fungicid kezelést kapott még.

A betakarításra 2022.06.29-07.06. között került sor egy Wintersteiger Elite kombájn segítségével.

A tenyészév során a csapadékmennyiség és az átlagos havi hőmérséklet adatokat a 2. táblázat tartalmazza.

2.táblázat Átlag hőmérséklet és csapadék alakulása 2021-2022-ben Makón

Átlagos havi középhőmérséklet 2021-2022	C°	Havi csapadék 2021-2022	mm
augusztus	22,2	augusztus	29,5
szeptember	17,8	szeptember	28,8
október	10,7	október	26,1
november	6,3	november	62,6
december	2,7	december	81,3
január	0,4	január	9,1
február	4,8	február	7,9
március	5,5	március	5,8
április	10,3	április	31,5
május	18,4	május	31,6
június	23,5	június	15,8
július		július (aratásig)	5

3.1.2.Makói termőhely 2022/2023 évi adatai

Ebben az évben az elővetemény kukorica volt. A talaj típusa megegyezett az előző évvel. A talajelőkészítés rövidtárcaával történt, amely október 10.-én volt, ami előtt NPK 10-26-26-os alaptrágyát szórtak szét a területen. A vetés október 24-25.-én történt Wintersteiger Plotseed S függesztett vetőgép segítségével.

3.táblázat Csapadékos napok alakulása a kísérleti években

Havi csapadék	2021-2022		2022-2023	
	mm	csap. napok száma	mm	csap. napok száma
augusztus	29,5	8	37,9	6
szeptember	28,8	6	108,9	16
október	26,1	8	11,5	3
november	62,6	11	37,2	13
december	81,3	18	61,1	18
január	9,1	2	43,7	15
február	7,9	7	20,2	9
március	5,8	4	21,9	10
április	31,5	10	16,6	10
május	31,6	8	90,4	14
június	15,8	7	42,4	12
július (aratásig)	5	2	0	0
összesen	335	91	491,8	126

A Hi és a Li kezelésnél ebben az évben is az NPK alaptrágya egyezik egyedül, fejtrágyázás először február 23.-án 27%-os Pétisóval történt 140kg/ha arányban, mint az előző évben is. Három héttel később később, március 14.-én 100kg/ha 27%-os Pétisót használtak.

Végül ezeket még áprilisban csöpmix lombtrágya és májusban még kétszer FitoHorm Turbo Kén követte 5l/ha dózisban.

Mivel egy kórokozókkal erősen sújtott évet tapasztaltunk, ezért herbiciddel, roenticiddal és inszekticiddal kezeltük a Hi-t és az Li-t is, valamint a Hi fungicid kezelést kapott is kapott kétszer. Az állomány betakarítása július 1. és 8. között volt esedékes.

A tenyészév során a csapadékmennyiség és az átlagos havi hőmérséklet adatokat a 3. táblázat tartalmazza.

3.1.3. Törökszentmiklósi termőhely 2022/2023 évi adatai

A törökszentmiklósi kísérletnél az elővetemény szója volt. Alaptrágyaként DAP 18-46-0+5S szolgált 74.5 kg/ha dózissal, amit október 10.-én juttattak ki, majd ezt követően kultivátorozták, tárcsázták és hengerezték, a vetés 2022.11.02.-én történt, a kikelt állományt március elején újra hengerezték. A későbbiekben fejtrágya és többszöri alaptrágya kijuttatása történt (4. táblázat).

4.táblázat Törökszentmiklósi kezelések 2022-2023-ban

	Szer	Dózis	Időpont	Megjegyzés
Alaptrágya	DAP 18-46-0+5S	74.5 kg/ha	2022.10.18.	13.4 kg N
Fejtrágya	Ammónium-szulfát	139.2 kg/ha	2023.02.24.	23.7 kg N
Lombtrágya	Solvitis Mikrokomplex	2 l/ha	2023.03.29.	
Lombtrágya	Solvitis SN	4 l/ha	2023.03.29.	
Lombtrágya	Karbamid	141.6 l/ha	2023.05.04.	65 kg N

Ennél a kísérletnél a tápanyag kezelésekben nem volt különbség, hanem sűrített és normál csíraszámokkal kerültek elvetésre a törzsek. Normál csíraszámra 440 csíra / m^2 , sűrítettben pedig 520 csíra / m^2 került elvetésre. Vegyszerezés szempontjából a gyomok sokfélesége okán többszöri gyomirtószer kijuttatás volt szükséges. Végül az aratás július 15.-én történt.

A tenyészév során a csapadékmennyiség és az átlagos havi hőmérséklet adatokat az 5. táblázat tartalmazza.

5.táblázat Átlag hőmérséklet és csapadék alakulása 2023-2023-ban Törökszentmiklóson

Átlagos havi középhőmérséklet 2022-2023	C°	Havi csapadék 2023-2023	mm
augusztus	24,8	augusztus	48,8
szeptember	17	szeptember	64,6
október	13,4	október	4,4
november	7,1	november	45,6
december	3	december	70,9
január	4,8	január	35
február	3,9	február	16
március	8,3	március	42
április	9,8	április	24
május	16,6	május	63
június	20,5	június	2
július	23,8	július (aratásig)	

3.2. Anyagok és módszerek

3.2.1. Minták előkészítése és vizsgálata

Aratást követően a vizsgálandó törzsekből 500g-os minta került letisztításra, majd külön-külön csomagolva kerültek a Gabonakutató Gabonaminőségi Laboratóriumába. Felhasználásig lezárt zacskóban szobahőmérsékleten tároltuk a mintákat.

A fehérje tartalom meghatározást Perten DA 7250 (Perkin Elmer Inc, USA) készülékkel végeztem, tritikálé kalibrációval 3 ismétlésben.

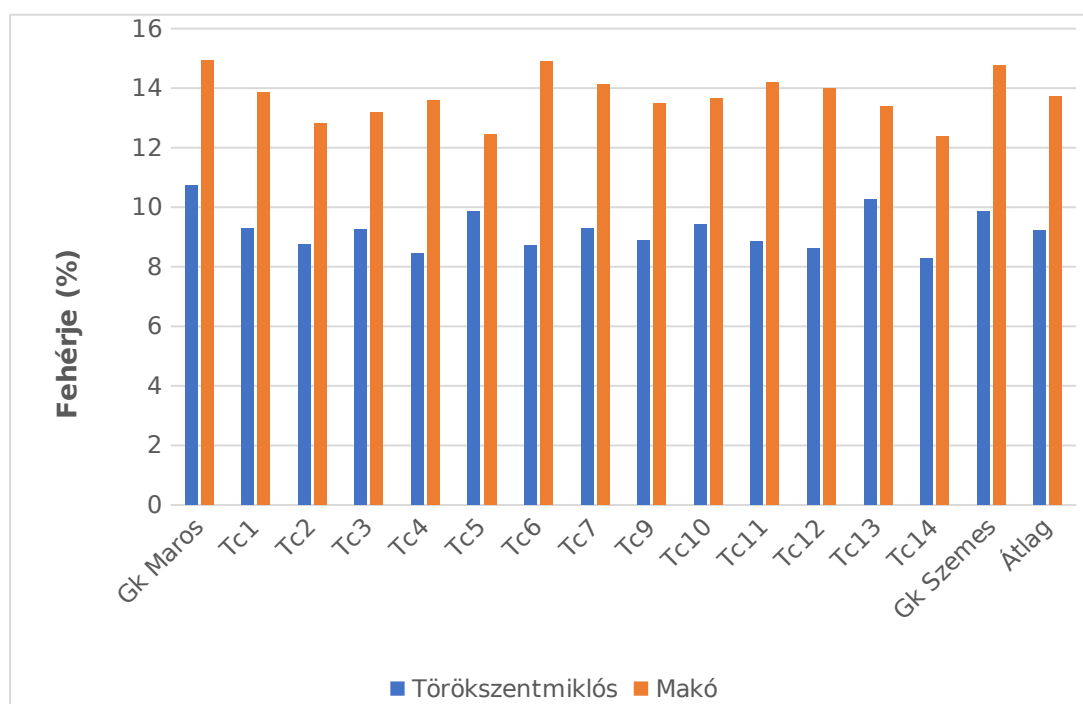
A mérési adatok statisztikai értékelés minden esetben Excel 2013 (Microsoft, USA) program használatával történt. Az ismételt mérések esetén a minták átlagértékét és szórását (SD) határoztam meg. A mintaátlagok közötti eltérések vizsgálatára t-próbát használtam. A vizsgált hatások értékelésére varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztam, melyet TIBCO Statistica 14 (StatSoft, USA) szoftver segítségével végeztem el. A számításokat minden esetben $p < 0,05$ szignifikancia szinteken végeztem el.

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az eredmények kiértékelése termőhely, évjárat és kezelések szerinti csoportosításban történik, minden esetben figyelembe véve a vizsgált genotípusok közötti, és kontrollokhoz viszonyított eredményeket is. Végül statisztika segítségével is értékelem az egyes hatások erősségét.

4.1. Fehérje tartalom termőhely szerint

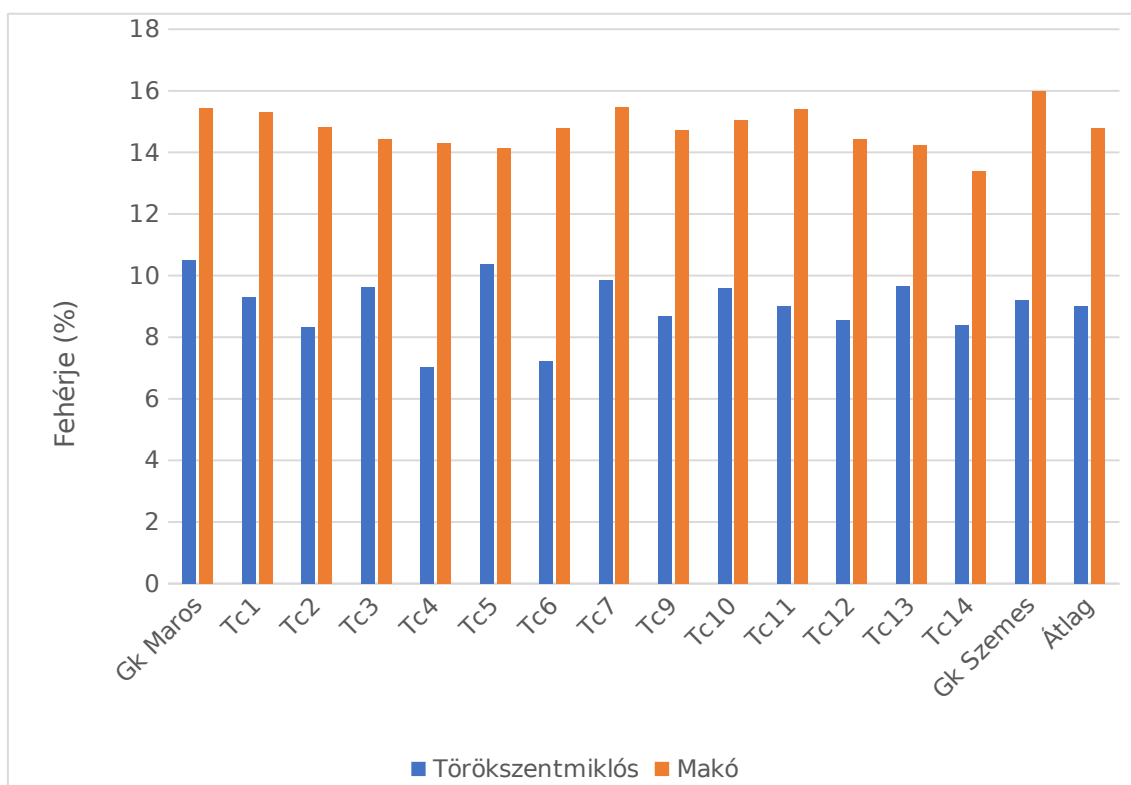
Két termőhelyen, Makón és Törökszentmiklóson vizsgáltam, hogy tapasztalható-e eltérés a fehérjetartalomban a vizsgált minták esetén 2022-ben (8. ábra). Az eredményekből egyértelműen látható, hogy a Törökszentmiklóson termett minták fehérje tartalma jóval elmarad a Makón termettektől, több esetekben csak 50%-kal kevesebb fehérjetartalmat mértem Törökszentmiklós termőhelyen. A makói eredményekhez képest ezen a termőhelyen csak néhány genotípus emelhető ki, amelyek valamelyest versenyben tudtak maradni: a GK Maros és a Tc 13 említhető meg valamint a másik kontroll a GK Szemes és a Tc 5, esetleg az Tc 10 és a Tc 7 sorolható még ide. Ezen genotípusok haladták meg az átlagot (9,23%) a törökszentmiklói adatok szerint.



8. ábra. Fehérjetartalom a két vizsgált termőhelyen 2022-ben

A GK Maros és a Tc 13 rendelkezik 10% feletti fehérje tartalommal egyedül a Törökszentmiklóson aratottak közül, míg a Makón mérték között több genotípus (GK Maros, Tc 6, GK Szemes) közel 15%-os fehérje tartalommal rendelkezik. A makói átlagot (13,72%) a kontrollokon kívül a Tc 1, Tc 6, Tc 7, Tc 11, és a Tc 12 törzsek haladták meg.

A vizsgálatot 2023-ban is elvégezve hasonló tendenciát tapasztaltam, az eredményeket a 9. ábra szemlélteti. A normál körülményekhez hasonlóan jelen esetben is szignifikáns eltérés figyelhető meg a két termőhely között. A makói átlag ebben az évben valamivel magasabb (~1,5%-kal), viszont a törökszentmiklósi átlag, nem szignifikánsan, de alacsonyabb (~0,2%-kal) volt. A törzsek közül a Tc 5 teljesített legjobban Törökszentmiklóson, amíg Makón a Tc 1, Tc 7, Tc 10 és a Tc 11 haladták meg a 15%-ot a kontrollok mellett.

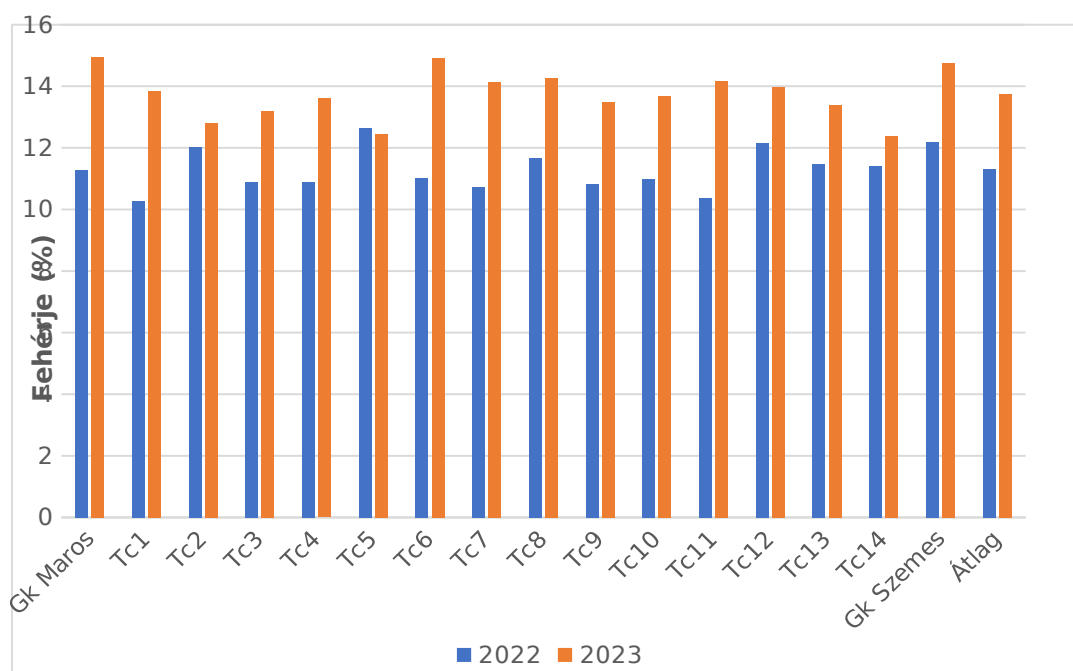


9. ábra. Fehérjetartalom a két vizsgált termőhelyen 2023-ban

A bemutatott eredmények (8. és 9. ábra) különbözőségének több okai is lehet. Elsősorban a termőtalaj Makón réti csernozjom, míg Törökszentmiklós környékén a barna erdőtalajok jellemzőek. Valamint a lombtrágya és az alaptrágya összetétele nehezen volt összehangolható.

4.2. Fehérje tartalom évjárat szerint

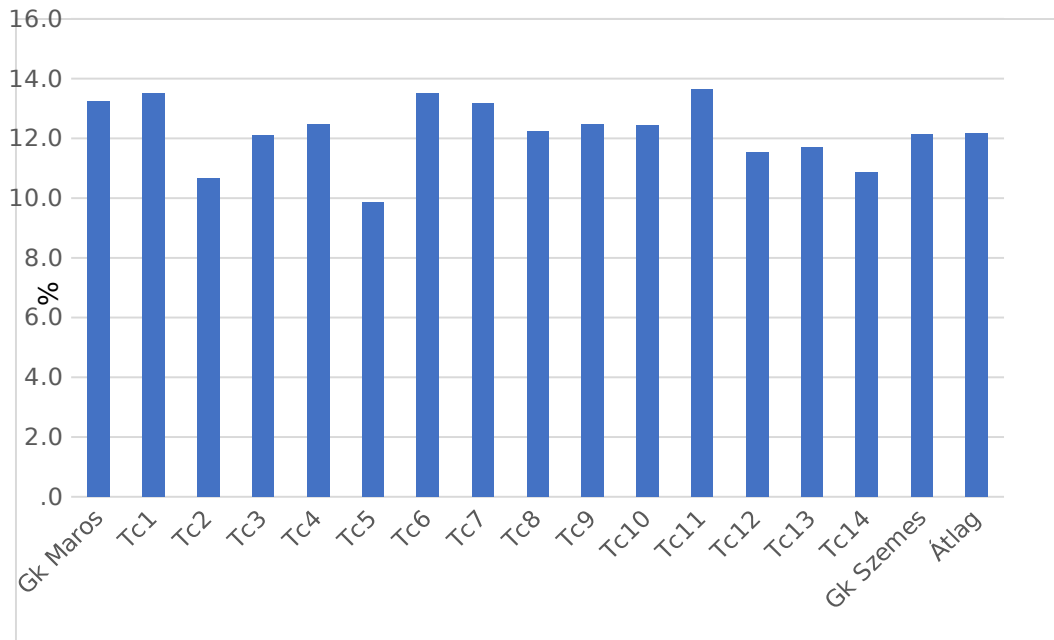
A két évjáratban mért fehérje eredmények a 10. ábrán láthatók. A két év eredményei között nagy eltérések figyelhetők meg a legtöbb esetben, 2023-ban szignifikánsan magasabb értékeket mértem kivéve a Tc 5 esetében. 2022-ben 10,27-12,03% közötti értékeket mértem, míg 2023-ban 12,39-14,91% között változott a fehérje tartalom, a tartomány is szélesebb volt a 2023-as évjáratban. Az átlag értékét (13,75%) a kontrollokon kívül 6 törzs haladta meg mindkét évjáratban. A legmagasabb értékeket mindkét évjáratban jellemzően a kontrollok mutatták, 2022-ben a Tc 2, 5, 6, 12 és 14 genotípusok mutattak hasonlóan magas értékeket, míg 2023-ban csak a Tc 6.



10. ábra. Fehérjetartalom a két vizsgált évben normál termesztési körülmények között

A két évjárat közötti relatív különbséget a 11. ábra mutatja be. Egyedül a Tc 5-nél figyelhető meg 1,5%-os fehérje tartalom csökkenés. A legalacsonyabb különbség (~1%) a Tc14 és a Tc2 nemesítési törzseknél jelenik meg. A legnagyobb különbség a Tc 6 és a Tc 11 genotípusoknál figyelhető meg, ami a 4%-os értéket közelíti. A kontroll GK Maros valamint a Tc1, 6, 7 és 11 genotípusok nagy eltérést mutatnak a vizsgált években, 2023-ban mind az átlagnál magasabb eltérést mutattak. Az eredményeknél megfigyelt évjárat

eltérés (10. és 11. ábra) a két év csapadékbeli különbségével indokolható. A GK Szemes kontroll és a többi törzs ugyan magasabb értékeket mutattak 2023-ban, viszont a különbségek mind az átlag alatt vannak. Feltételezhető, hogy a GK Maros és vele készített keresztezések fehérje termelésében nagyobb szerepet játszik a csapadékmennyiség mint a GK Szemesnél.



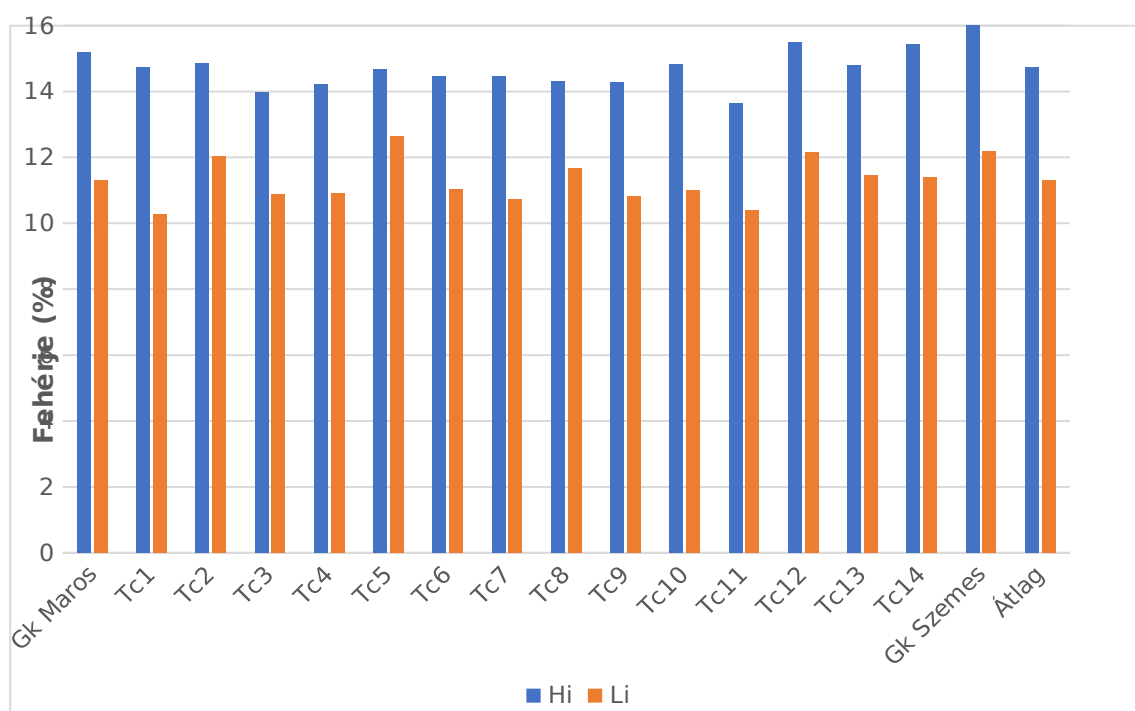
11. ábra. Relatív különbség a két év adatai között

4.3. Fehérje tartalom termesztési körülmények szerint

4.3.1. Tápanyag utánpótlás

A különböző mértékű tápanyag utánpótlás hatását 2 évjáratban is vizsgálni tudtam. A 2022-ben learatott kísérleti minták fehérje eredményei a 12. ábrán láthatók. A kék színűvel jelöltek a Hi, sárgával pedig a Li termesztési mód lett jelölve. Hi esetén a fehérje tartalom 13,97 és 15,50% közötti értékeket mutatott, míg Li esetén az értékek 10,24 és 12,14% között változtak. Megállapítható, hogy a növelt input tápanyag szignifikánsan növelte a fehérje tartalmat. A kontrollok Hi kezelésnél majdnem minden esetben kiemelkednek, a Szemes szignifikánsan kiemelkedik 16,39 %-kal, a Marosnál viszont jobb eredményeket mutatott kettő genotípus is, 15,50%-kal a Tc 12, valamint a Tc 14 15,50%-os fehérje tartalommal. Az Li kezelés esetén a Tc 5 szignifikánsan magasabb (12,64%) eredményt mutatott a versenytársaknál és a kontrollokat is megelőzte. Szembetűnő még, hogy a Tc 12 az alacsony

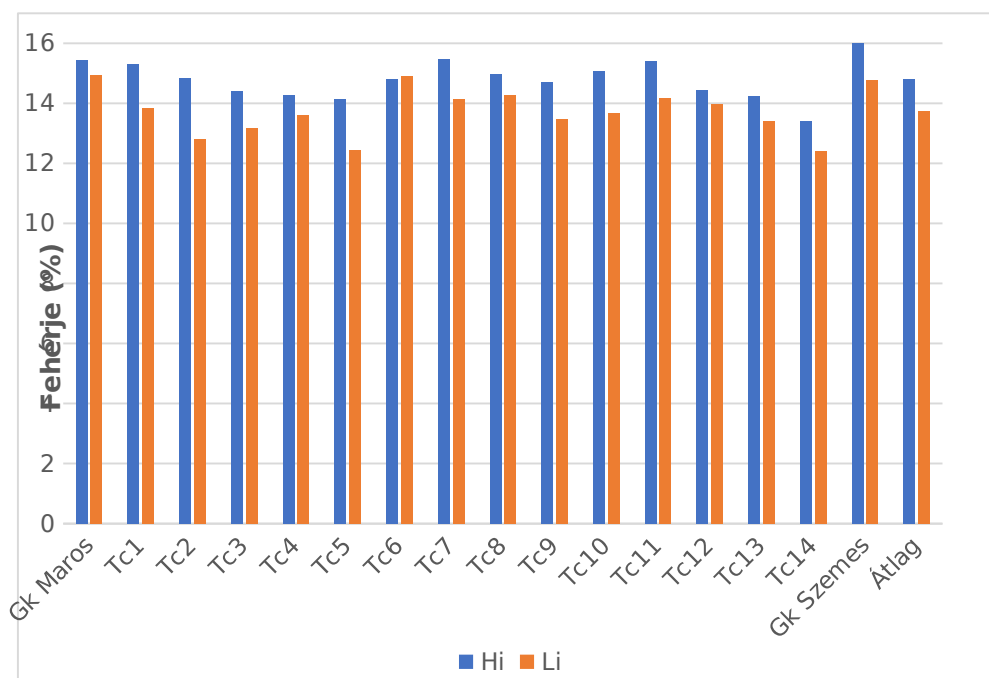
input anyagnál is az átlag felett teljesített. A GK Maros szülővel rendelkező kombinációk (Tc 6, Tc 7, Tc 8, Tc 9, Tc 11) rendre közel az átlaghoz, de mégis az alatt teljesítenek a Hi és az Li kezelésben egyaránt, egyedül a Tc 8 mutatott átlag feletti fehérje tartalmat az Li esetén 11,68 %-ot. Összességében a magasabb input anyaggal kezelt törzsek egységesen szignifikánsan magasabb fehérje tartalommal rendelkeznek. A legnagyobb különbség Hi és Li között a Tc 1 genotípusnál figyelhető meg, csaknem 4,5%. A legkisebb eltérés a Tc 5 genotípusnál tapasztalható, ami 2,03%.



12. ábra. A kezelés hatása a vizsgált genotípusok fehérje értékeire 2022-ben

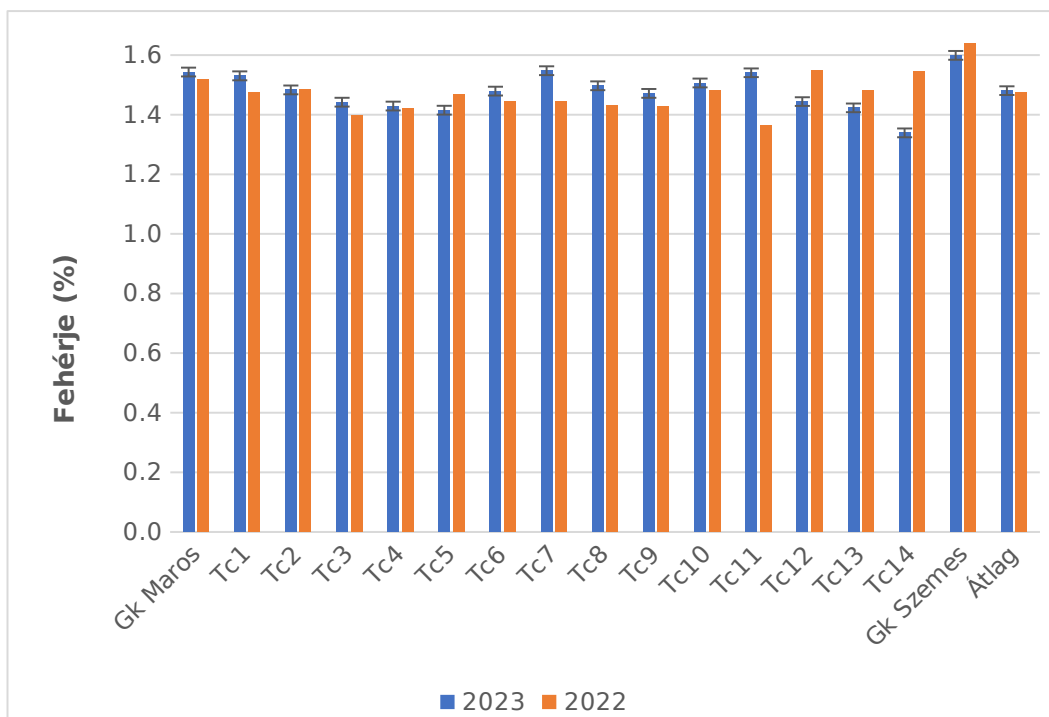
A 2023-as évjárat kísérletből származó eredmények a 13. ábrán láthatók. Szembetűnő, hogy a Hi kezelés mintái magasabb eredményeket mutattak, mint az Li-nél, egy esetben viszont ez az eredmény ellentétes tendenciát mutat. A Tc 6 genotípus esetén az Li kezelés esetén 0,12%-kal magasabb fehérje értéket mutatott, ám az eltérés nem szignifikáns.

Érdekes, hogy a Gk Szemes szülővel rendelkező nemesítési törzsek (Tc 5, Tc 13 Tc 14) átlag alatti fehérje mennyiséget mutattak, mind a Hi, mind az Li esetében. A Gk Maros szülővel rendelkező genotípusok (Tc 6, Tc 7, Tc 8, Tc 9, Tc 11) viszont átlagon felüli eredményeket mutatnak. Kiemelném a Tc 7 és Tc 11 kombinációkat, amelyek a Gk Maros kontrollhoz képest nem voltak eltérőek a Hi kezelésben. A legnagyobb eltérés a Tc 2 esetében figyelhető meg, ami közel 2%, a legkisebb különbség, ahol a Hi még magasabb az Li-nél a Gk Maros kontrollnál és a Tc 12 esetén figyelhető meg kb. 0,5%-kal.



13. ábra. A vizsgált genotípusok fehérje százaléka 2023-ban Makón

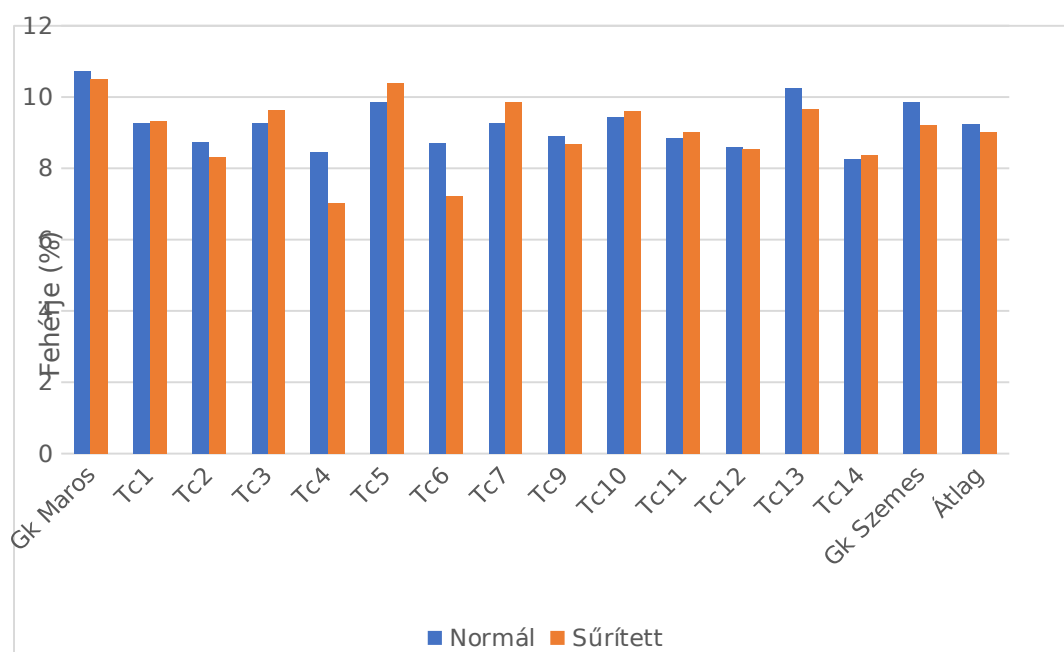
Összehasonlítottam külön a 2023-es és 2022-es évek Hi eredményeit (14. ábra). Az eredményekből látható, hogy nincs olyan genotípus, amely a GK Maros és GK Szemes kontrolloknál mind a kettő vizsgált évben jobban, vagy legalább ugyanúgy teljesített volna. A vizsgált genotípusok átlagát tekintve az Tc 10, a Tc 2 és a Tc 1 nemesítési törzsek teljesítettek átlag felett mind a két évet tekintve. Megfigyelhető, hogy a Szemes és azok a genotípusok, ahol szülőként a fajta jelen van, a 2023-as évben alacsonyabb fehérje értékeket mutatnak, mint 2022-ben. Mivel az inputanyag nem különbözött és a legjellemzőbb megfigyelhető különbség az évek között a csapadék mennyisége, ami 156,8 mm-rel több volt 2023-ban ezért feltételezhető, hogy a Szemes és kombinációira hatással van a csapadék mennyisége. Kísérletemben megállapítható, hogy a GK Szemes és kombinációi (Tc 5, Tc 13 Tc 14) fehérje tartalmára nincs pozitív hatással a magasabb csapadék mennyiség. Ezekkel ellentétben viszont a GK Maros és kombinációi (Tc 6, Tc 7, Tc 8, Tc 9, Tc 11) többször szignifikánsan magasabb fehérje mennyiséget produkáltak 2023-ban. Ezekből az eredményekből kiindulva feltételezhető, hogy a Marosnál és kombinációinál jobban hasznosul a magasabb input anyag, amennyiben nagyobb mennyiségű csapadék hull.



14. ábra. A két évjáratban vizsgált Hi kezelés összehasonlítása

4.3.2. Vetés csíraszám

A csíraszám kísérlet adatai a 15. ábrán láthatók. A narancssárga színű oszlopok a sűrített csíraszámot jelzik, ami 520 csíra/m², a kékkel jelölt oszlopok a normál, 440 csíra/m² csíraszámot.



15. ábra Sűrített és normál vetésű kísérlet fehérje eredményei (Törökszentmiklós, 2023)

Normál csíraszámnál 8,46-10,25% között, míg sűrített csíraszám esetén 7,03 és 10,38% között változtak a fehérje tartalmak. A kísérleti eredmények átlagát tekintve a normál csíraszámú vetés esetén valamivel magasabb a fehérje tartalma a genotípusoknak, ám szignifikáns különbséget nem tudtam kimutatni. A kontrollokként használt Maros és Szemes megerősíti ezt, a GK Maros mutatta a legmagasabb fehérje tartalmat úgy a normál, mint a sűrített csíraszámnál 10,74% és 10,51% értékeket. A legnagyobb eltérés a Tc 6 esetén volt megfigyelhető, 1,5% különbség volt a normál csíraszám javára, valamint a Tc 4 mutatta még a legnagyobb eltérést 1,43%-kal szintén a normál csíraszámú javára. Ellentétes, bár nem szignifikáns eredményt mutattak a Tc 5 és a Tc 7 törzsek, ezeknél valamivel több mint 0,5% fehérjetartalommal több volt a sűrített csíraszámú kísérlet esetén. Tehát az eredmények alapján elmondható, hogy a két vetési csíraszám nem eredményezett szignifikáns különbséget a fehérje tartalom tekintetében.

4.4. Hatások komplex statisztikai értékelése

A genotípusos változékonyság, a környezeti hatások, valamint azok kölcsönhatásainak vizsgálata alapvető nemesítési szempont. A kísérletből származó eredmények háromtényezős varianciaanalízisének eredményeit a 6. táblázat tartalmazza.

6.táblázat A genotípus, a termőhely, az évjárat és a kezelések, valamint a közöttük fellépő kölcsönhatások ANOVA F értékei a vizsgált fehérje tartalom esetén (*- szignifikáns, NS-nem szignifikáns $p < 0,05$ esetén)

Hatás	F
Genotípus	20,02*
Termőhely	203,814*
Évjárat	4,834*
Kezelés (tápanyag)	150,606*
Kezelés (csíraszám)	0,202 ^{NS}
Genotípus x Évjárat	136,31*
Genotípus x Termőhely	254,75*
Genotípus x Évjárat x Termőhely	81,66*

A statisztikai elemzés szerint a genotípusos különbség a fehérje tartalom esetén szignifikáns volt. A varianciaanalízis azt is megerősítette, hogy a termőhely erősen, míg az évjárat gyengébben, de szignifikáns módon hatott a fehérje tartalom alakulására, ahogy az várható volt. A kezelések közül a tápanyag utánpótlás esetén mutattam ki erős hatást. A

faktorok kölcsönhatása is kimutatható a fehérje tartalom alakulásában, különösen az évjárat és a termőhely esetében.

5. ÖSSZEFOGLALÁS KÖVETKEZTETÉSEK

A tritikálé (*X Triticosecale* W.) az évek során a világ mezőgazdaságában egyre népszerűbb gabonanövény. A megváltozott táplálkozási szokásoknak köszönhetően egyre nagyobb figyelmet kap már nem csak a keleti és afrikai országokban, hanem nyugaton is, így a gabonanövény nemesítése is fellendült az utóbbi évtizedben.

Szakdolgozatomban tritikálé nemesítési törzsek fehérje összetételének genotípusos, illetve környezeti (évjárat, termőhely) változékonyságát vizsgáltam, valamint az input anyag hatását a fehérje mennyiségre gyors (NIR) vizsgálattal.

Az eredményekből megállapítható, hogy a tritikálé törzsek megnövelt input esetén szignifikánsan magasabb fehérje tartalmat produkálnak különböző években is. Megnövelt input esetén egyes törzseknél a fehérje tartalom elérheti akár a 16%-ot, ami a tritikálé esetében kimagaslónak mondható, mindeközben ugyanaz a genotípus normál input anyaggal kezelve 12% körüli eredményt mutat. Az időjárás hatása nagyban hozzájárul, hogy mennyivel lesz nagyobb a különbség a magas és alacsony input anyaggal kezelt kísérletek eredményei között. Feltételezhető, hogy a magasabb csapadék mennyiség megkönnyíti a nitrogén felhasználását a növénynek és ezért csapadékosabb évben az emelt inputtal kezelt tritikálé a megszokottnál magasabb fehérjét produkálhat, mely mind takarmányozás, mind humán célú felhasználás szempontjából előnyös lehet. Egyes genotípusoknál az inputra való reakció csapadék hatására sokkal intenzívebb, amíg más genotípusoknál a csapadék hatása, látható viszont nem akkora mértékben. Az említett genotípusokkal készített keresztezéseknél ugyanúgy megfigyelhető az említett szülőtől várt reakció. Feltételezhető, hogy ez a tulajdonság örökletes lehet. A későbbi nemesítés során hasznos szempont lehet a szülők kiválasztásakor ezt a tulajdonságot figyelembe venni, ami jó nitrogén hasznosítású fajták előállításához vezethet. A folyamatosan melegedő klíma a szárazság tűrő genotípusok szelektálására készíti a nemesítőket és emellett figyelembe kell venni a hősokra való reakcióját is a növényeknek. A környezeti hatások nem elhanyagolhatók, így a nemesítés során ezeket figyelembe kell venni. Illetve ezek további vizsgálata szükséges, hogy megfelelő konklúzió legyen levonható. A termőhely hatása úgyszintén nagy hatással lehet a várt fehérje tartalomra, ezért ha gyengébb talajokon szeretnénk magasabb fehérje tartalmat elérni mindenképpen ajánlott lehet a növelt input kihelyezése.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ács, E., Bóna, L., Langó, B., Véha, A., Pepó, P., Petróczi, I.** (2016). Szegedi tritikálé fajták fontosabb minőségi jellemzőinek változása műtrágyázási tartamkísérletben. *Acta Agraria Debreceniensis*. 67, 21-26.
- Ács, P.** (2015). Szegedi tritikálé fajták technológiai minőségének alakulása műtrágyázási tartamkísérletben Doktori (Phd) értekezés
- Ács, E., Bóna, L., Langó, B., Véha, A., Pepó, P., Petróczi, I.** (2016). Szegedi tritikálé fajták fontosabb minőségi jellemzőinek változása műtrágyázási tartamkísérletben. *Acta Agraria Debreceniensis*, 67, 21-26.
- Ácsné, E., Bóna, L.** (2000). A fehérjetartalom és technológiai mutatók összefüggése búza és triticales őrleményekben. In: VI. Növénynevelési tudományos Napok. Nemesítés és életminőség, szerepük Európában. Összefoglalók. Z. Bedő, Z. Kertész, B. Kőszegi, J. Sutka & I. Veilich (Szerk.), Budapest, p.67
- Bona, L., Kiss, J.** (2002). Arpad Kiss (1916-2001). A brave man in tough times. *Cereal Research Communications*, 30, 217-218.
- FAOSTAT** (2021). Hozzáférhető: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
- Hoffmann, R., Orosz, Sz., Kruppa, J., Iván, F., Piskerné Fülöp, É.** (2016). A korai betakarítású tritikálé rostprofilja: a 'betakarítási ablak' jelentősége. Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. Partnertájékoztató Hírlevél. ISSN HU-2063-3491 XVI. (7) 22-26.
- Glamočlija, N., Đurić, N. A., Glamočlija, N. M.** (2017). Tritikale, poreklo, značaj i tehnologija proizvodnje i čuvanja proizvoda.
- Kiss, Á.** (1968). Triticale, a homok új gabonája. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Kruppa ifj., J., Kruppa, K., Kruppa, J.** (2014). A Hungaro Durumrozs – új lehetőségek a tritikálé termesztésben és felhasználásban. *Agrár Hírnök*, I. évf. 1. sz. 4-5.
- Langó B.** (2019). A tritikálé humán célú felhasználását célzó kutatások: szemfizikai, összetételi, technológiai tulajdonságok és a közöttük levő összefüggések vizsgálata Doktori (Phd) értekezés
- Lelley, T.** (1992). Triticale, Still a Promise? *Plant Breeding*, 109, 1-17.
- Lorenz, K.** (2003). Triticale. In B. Caballero, (szerk.) *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition). pp. 5873-5877.

- McGoverin, C. M., Snyders, F., Muller, N., Botes, W., Fox, G., Manley, M.** (2011). A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 1155-1165.
- Meale, S.J., McAllister, T.A.** (2015). Grain for Feed and Energy In edus F. (szerk) *Triticale*. Springer.167-189.
- NÉBIH** (2022). Hozzáférhető:
https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/726910/Kal_koord_20200909_Vmag.pdf/a55ac7a7-3d6d-5409-850c-b782d019e49d?t=1599657003091
- Pattison, A. L.** (2013). Genetic improvement of grain quality for breadmaking in triticale. PhD Thesis. The University of Sydney. p. 1-159.
- Pepó, P.** (2012). Az agrotechnikai elemek hatékonyságának növelési lehetőségei a búzatermesztésben. *Agrofórum extra*. 45. p. 5-11.
- Radics, L., Pusztai, P.** (2011). Alternatív növények korszerű termesztése. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház Zrt. ISBN: 9789639935747.
- Randhawa, H.S., Bona, L., Graf R.J.** (2015). Triticale for food- the quality driver. In Eudes F. (szerk.) *Triticale*. Springer. 15-32.
- Wojtkowiak, K., Setphien, A., Warechowska, M. & Raczkowski, M.** (2014). Content of copper, iron, manganese and zinc in typical light brown soil and spring triticale grain depending on a fertilization system. *Journal of Elementology*. 19. p. 833- 843.
- Woś, H., Brzeźński, W.** (2015). Triticale for food-the quality driver. In F. Eudes (szerk.), *Triticale*. Springer. 213-233.

Linkek:

- Link 1- <https://agrarium7.hu/cikkek/167-a-tritikale-termesztese>
(Hozzáférhető: 2023.09.01.)
- Link 2- <https://agrarium7.hu/cikkek/168-a-tritikale-szerepe-a-takarmanyozasban>
(Hozzáférhető: 2023.09.01.)
- Link 3- <https://agraragazat.hu/hir/a-tritikale-oregedesi-modellje/>
(Hozzáférhető: 2023.09.02.)
- Link 4- <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/crops-and-irrigation/field-crops/cereals-barley-wheat-oats-triticale/triticale-production-and-use>
(Hozzáférhető: 2023.09.02.)

Link 5-<https://agrarium7.hu/cikkek/428-miert-termesszunk-rozst-es-tritikalet>

(Hozzáférhető: 2023.10.10.)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet szeretnék mondani témavezetőmnek, Dr. Mihály-Langó Bernadettnek, aki odaadó segítségével, végtelen türelmével, hatalmas szakmai tudásával, precíz észrevételeivel és hasznos tanácsaival segítette a szakdolgozatom elkészülését. Szeretném megköszönni menyasszonyomnak, a családomnak és a barátaimnak, hogy az egyetemi éveim alatt támogattak és a legnehezebb pillanatokban is biztattak.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános
hozzáféréseiről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréseiről és
eredetiségéről

A hallgató neve: SZURAP ADOLF
A Hallgató Neptun kódja: HGVDDR
A dolgozat címe: TRITIKALE NEMESITÉSI TÖRZSEK FEHÉRJE VIZSGÁLATA
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: _____
A konzulens tanszékének a neve: GENETIKA TANSZÉK

Kijelentem, szakdolgozat hogy az általam benyújtott
záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi
alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen
megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

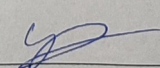
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását
engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás
felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori
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 eltelté után
nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitóri rendszerében.

Kelt: 2023 év 11 hó 05 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.