

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus

**KÜLÖNBÖZŐ TÁPANYAGSZINTEK HATÁSA A
SILÓKUKORICA TERMÉSMENNYISÉGÉRE ÉS
MINŐSÉGÉRE, ÉS A NÖVÉNY BETÖLTÖTT SZEREPE A
TEJELŐMARHA TAKARMÁNYOZÁSÁBAN**

DIPLOMADOLGOZAT



Készítette: Jászgulyás Attila
agrármérnöki osztatlan mesterképzés

Témavezető: Dr. Mikó Péter Pál
egyetemi docens
Agronómia Tanszék

Gödöllő

2023

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	1
1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	2
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	4
2.2. A kukorica (<i>Zea mays</i> L.) morfológiája és ökológiai igényei.....	7
2.3. A nitrogén szerepe és hatása kultúrnövényeink termesztésében	10
2.4. A nitrogéntrágyázás hatása a kukorica termés hozamára	12
2.5. A silókukoricának a tejelő tehenek takarmányozásában betöltött szerepe	14
2.5.1. Az érési állapot hatása az energiatartalomra	16
2.5.2. A tárolási idő hatása az energia tartalomra	19
2.5.3. A szemroppantás hatása az energiatartalomra	21
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	25
3.1. A kísérlet célja	25
3.2. A szántóföldi kísérleti körülmények ismertetése	25
3.3. Alkalmazott agrotechnika	27
3.3.1. Betakarítás utáni és őszi munkálatok	27
3.3.2. Tavaszi és nyári munkálatok	27
3.4. Mintavétel és mért adatok	28
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	31
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	39
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	41
7. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS.....	41
8. FELHASZNÁLT FORRÁSOK	42
9. NYILATKOZAT	49

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A modern nagyipari mezőgazdasági termelés sikerességét, rentabilitását a hozamok határozzák meg, aminek elérésében nélkülözhetetlen a megfelelő mennyiségű nitrogénellátás. A szakirodalmak klasszikusan a nitrogént nevezik meg a termésmennyiséget leginkább befolyásoló makroelemként. A nitrogén az alapja a vegetatív részek megfelelő kifejlődésének, és a megfelelő asszimilációs felület létfontosságú a generatív részek kialakításában, táplálásában, vagyis a magtermés mennyiségének alakításában. Nincs ez másként a silókukorica termesztésében sem, ahol az egész növényt takarítjuk be és a hozam mennyiségét a vegetatív részek mennyisége is meghatározza. A silókukoricának két kiemelten fontos értékmérő tulajdonsága van, ami a tömegtakarmányok királyává emeli, egyik a magas energiatartalom, amit az emészthető keményítőtartalom határoz meg, míg másik a kedvező önköltség a hatalmas betakarítási volumen miatt, amit a generatív részek megfelelő fejlettsége határoz meg.

A silókukorica termesztése során azt kell elérnünk, hogy a növény minél nagyobb, jól működő asszimilációs felületet tudjon növeszteni és minél több keményítőt tudjon megtermeltetni vele, amihez a nitrogén járul hozzá a legjelentősebben ideális agroökológiai körülményeket feltételezve. A tejtermelés jövedelmezőségét elsősorban a megfelelő mennyiségű és minőségű tömegtakarmány-bázis határozza meg, hiszen a takarmány teszi ki a legnagyobb költséghányadát a tejtermelésnek. Mint minden más a világban, a takarmányozási technológia is dinamikusan változott a tejelőszarvasmarha-takarmányozásban is az évek során. A régi, silókukorica, lucerna tömegtakarmány-bázis hegemonia után a mai napra eljutottunk egy igen diverzifikált, összetett, új minőségi paramétereknek megfelelő tömegtakarmány-bázishoz. A silókukorica terén is a mennyiségi paraméter mellett kiemelt figyelmet kaptak a minőségi paraméterek, amik közül a legfontosabb az emészthető keményítő mennyisége.

A silókukorica legfontosabb értékmérője az emészthető keményítő tartalma, ami döntően határozza meg a kukoricaszilázs energiatartalmát, a rosttartalom mellett. Az emészthető keményítő mennyiségét a betakarítás fenofázisától a tárolás időtartamáig egyéb tényezők is meghatározzák, de a legfontosabb tényező az a szemroppantottság mértéke, amit a CSPA értékkel jellemezünk.

Célkitűzések

- Szakdolgozatom célja volt, hogy a beállított kísérletem alapján bebizonyítottam a nitrogén jelentős termésmennyiség-meghatározó szerepét.
- További célom volt, hogy ismertetem a silókukorica tejelőszarvasmarha-takarmányozásában betöltött szerepét és az emészthető keményítőt meghatározó főbb tényezőket.
- Bemutattam a hazai történetét és mai elért eredményeket a CSPS területén Magyarországon

A célok eléréséhez összefoglalom a témában releváns tudományos anyagokat, elemzem a vizuális anyagokat (táblázatok, diagrammok), majd összesítem és kiértékelem az addig leírtakat, végül javaslatokat fogalmazok meg a szakirodalmi források és vizsgálataim alapján.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A kukorica (*Zea mays L.*) termesztési jelentősége és termesztésének jövőbeli várakozásai.

A kukorica termesztési jelentőségét a világon minden agrárszakember jól ismeri, a számok magukért beszélnek. A statista.com adatai alapján a 2021/2022-es termesztési évben kicsivel több mint 1,2 milliárd tonna kukorica került betakarításra, messze megelőzve a második helyen záró búzát (778 millió tonna). A FAOSTAT statisztikái alapján 2021-ben az egész világon kicsivel több mint 200 millió hektárról takarítottak be szemes kukoricát, és ebből a 200 millió hektárból a világ legnagyobb kukoricatermesztője, az Egyesült Államok tett ki több mint 34 millió betakarított hektárt. Ami Magyarországot illeti, a Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján 2021-ben több mint 1 millió hektárról takarítottak be szemes kukoricát, amivel az első a szántóföldi növények között.

Az eddigiekben a kukoricáról, mint a szemtermésért termesztett növényről volt szó. Azonban a kukorica meghatározó növénye a tömegtakarmány céljából termesztett növényeknek is. A meghatározott fenológiai fázisban betakarított zöld, egész kukoricanövényből készült kukoricaszilázs a TMR-re alapozott, intenzív tejtermelés meghatározó tömegtakarmánya. A TMR-re alapozott takarmányozásban a kukoricaszilázs a tejipar elsődleges takarmányforrása (Rankin 2022). Főbb okok, amiért a tejipar meghatározó takarmánya lett: a magas energiatartalom, a magas emészthetőség és a jól gépesíthető betakarítás (Fred Martz et al. 1993). Másik nagyon fontos, elengedhetetlen tulajdonsága, hogy ha az ökológiai feltételek teljesülnek a termesztési időszak alatt, akkor a legkedvezőbb önköltségen előállítható tömegtakarmány-fajta 1 kilogrammra vetítve. Nem véletlen tartják ezen kedvező tulajdonságai miatt a tömegtakarmányok királyának a kukoricaszilázst (Orosz 2016).

Az Amerikai Egyesült Államok az egyike a BIG-7 tejtermelő régióknak, és előrejelzések szerint a következő időszak legmeghatározóbb szereplője lesz a tejiacnak (Torsten 2023). A Statista.com adatai alapján 2022-ben az Egyesült Államokban 6 millió 860 ezer hold területen került betakarításra silókukorica, ami hektárban kifejezve meghaladja a 2,7 millió hektárt. Az Európai Unió szintén egyike a BIG-7 tejtermelő régióknak, és Unión belül a két legnagyobb tejtermelő Németország és Franciaország. Németország kukorica termőterületeinek körülbelül 60%-a, míg Franciaországnak majdnem a fele silókukorica, és ezek az országok rendelkeznek a legnagyobb tapasztalattal a silókukorica-termesztést illetően az Unión belül (Sano). Magyarországon a Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján 2022-ben 77 ezer hektár területen került betakarításra silókukorica, ami elenyésző a szemes kukoricához képest.

A silókukorica hosszú évtizedekig volt a tömegtakarmányok meghatározó növénye, azonban a klímaváltozás következtében éppúgy, mint a szemes kukorica, biztonságos és rentábilis termesztetősége fokozatosan veszélybe kerül a jelenlegi meghatározó kukoricatermesztő régiókban. A jövőre vonatkozó várakozások szerint fokozottan csökkenni fog a termelésre alkalmas területek nagysága. A kukorica biztonságos terméséhez egyenletes, ugyanakkor nem túl forró nyári meleg, és hibridtől függően 370–440 mm, tenyészidőszak alatti ösvízigény szükséges, ezért a kukorica termőterületek visszaszorulását fogják előidézni a 2021 és 2022 nyarán tapasztaltakhoz hasonló forró, aszályos időszakok. (Braunmüller 2022). A klímaváltozásnak a kukorica termesztetőségére gyakorolt hatása egyre súlyosabban jelentkezik, amint azt a megközelítően 300–400 ezer hektár is jól mutatja, ahol a korábbi évtizedekhez képest mára már nem gazdálkodható ki nyereségesen a kukorica termesztése (Raskó 2022). Ez a jelenlegi 300–400 ezer hektár a magyarországi szántóföldi területek 6–8 %-át teszi ki, és várakozásoknak megfelelően ez az arány a jövőben fel fog gyorsulni a klímaváltozásnak köszönhetően.

A 2017-es új, második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia adatai vészjóslók és megerősítik azt a tendenciát, amivel hazánkban a kukorica termesztésével foglalkozó gazdáknak szembe kell majd nézniük éppúgy, mint a világ legnagyobb kukoricatermelő országának, az Egyesült Államoknak. A második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia adatai alapján a nyári hőmérséklet +1,4–2,6 °C-os változása várható 2050-ig a referencia időszakhoz képest (1961-1990), míg ez a szám meg fogja haladni a +4 °C-ot az évszázad végére. A kukoricatermesztés szempontjából kritikus hőhullámos napok száma +3,6–10 nappal fog emelkedni az előrejelzés alapján a 2021–2050 közötti időszakra vonatkozóan a referencia időszakhoz képest, míg ez a szám az ezredfordulóra eléri a +14–20 napot. Hőhullámos nap az a nap, amikor a napi középhőmérséklet meghaladja a 25 °C-ot, ami azt jelenti, hogy a nap folyamán a csúcshőmérséklet 40 °C felett van. Az öntözés az aszály ellen jelent megoldást és nem a hőhullámos napok ellen (Orosz 2020). Ha egymás után 3–5 napon keresztül hőhullámos napok vannak, az azért veszélyes, mert már a kukorica nem bírja ki, a levelei elkezdenek furulyázni, a szövetek elsárgulnak, a fotoszintézis leáll, hőstresszt kap a kukorica, és a szilázsnak szánt kukoricát ilyenkor haladéktalanul be kell takarítani az elhalt szöveteken megjelenő gombák miatt (Orosz 2020). A nyáron fellépő extrém hőmérsékleti indexek (1. táblázat) számának növekedése mellett -5–10%-kal kevesebb csapadék várható majd a nyár során a referencia időszakhoz képest 2021 és 2050 között.

1. táblázat: Hőmérsékleti szélsőségeket mérő indexek és értékeik

Extrém hőmérsékleti indexek
Hőségnapok száma ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)
Forró napok száma ($T_{\max} > 35\text{ °C}$)
Hőségriadós napok száma ($T_{\text{közép}} > 25\text{ °C}$)

A fentebb szereplő adatok nem tények még, hanem előrejelzések, azonban a mögöttünk lévő 11 termesztési időszakban tapasztalt időjárási események alátámasztani látszanak az előrejelzéseket és megerősítik a tendenciát, amire a jövőben számítanunk kell. A mögöttünk álló 11 termesztési időszakban (2. táblázat) 5 esetben nem volt megfelelő a silókukorica hozama és 2022-ben az elmúlt 10 év legsúlyosabb aszályát éltük meg, egy ideálisnak nem mondható 2021 után. Ugyanis a klímaváltozás elsődleges hatása nem a nyári időszak szárazabbá vagy melegebbé válása lesz, hanem az időjárási extrémítások jövőbeli mértékének és számának emelkedése lesz, ez okozza majd a legnagyobb problémát az olyan ökológiailag érzékeny nyári növényünk termesztésének, mint a kukorica (Orosz 2020).

Lantos (2022) szerint a klímaváltozás következtében az érintett, kukorica jövedelmező termesztésére alkalmatlan területeken előtérbe fognak kerülni a kalászos gabonák, mint a búza és árpa, valamint a kukoricánál ellenállóbb napraforgó és cirok, különösen az klímaváltozással jobban érintett régiókban.

2. táblázat: A 2013-2023. évi betakarítású kukoricaszilázsok adatai (Orosz 2022, AKI)

	Silókukorica termőterület	Betakarított silókukorica	Hozam
	ha	tonna/év	tonna/ha
2013. silókukorica	87.952	1.982.513	22,5
2014. silókukorica	76.867	2.388.893	31,1
2015. silókukorica	68.440	1.665.450	24,3
2016. silókukorica	71.822	2.198.860	30,6
2017. silókukorica	70.707	1.890.615	26,7
2018. silókukorica	62.776	1.928.839	30,7
2019. silókukorica	56.900	1.820.314	32,0
2020. silókukorica	57.563	1.929.187	33,5
2021. silókukorica	53.198	1.459.833	27,4
2022. silókukorica	54.989	935.044	17,0
2023. silókukorica	53 698	935.044	30,6

2.2. A kukorica (*Zea mays L.*) morfológiája és ökológiai igényei

A kukorica (*Zea mays L.*) egyszikű növény, mely a *Gramineae-k* családjába, a kukoricafélék (*Maydeae*) rajába és ezen belül a *Zea* nemzetségbe tartozik. A búzához és egyéb kalászos gabonafélékhez hasonlóan a kukorica is fűféle; rengeteg a közös jellemvonás és hasonlóság, viszont a kukorica váltivarú, egylaki növény, ami annyit jelent, hogy a nő- és hímvirágok ugyanazon a növényen találhatóak, de elkülönülve helyezkednek el egymástól a hajtásrendszeren, ez a tulajdonság a fűfélék között sajátos (Bocz et al. 1996). A nővirágot bugának, a hímvirágot címernek hívjuk. A hímvirágzat alaktanilag ágas bugavirágzat, míg a termős nőivirágzat torzsa. A torzsavirágzat a levelek hónaljában a levélhüvelynél helyezkednek el, és megtalálhatók az összes levél hónaljban a felső 2–4 levélen kívül, azonban hazai körülmények között általában növényenként 1 vagy 2, ritkábban 3 torzsavirágzat, avagy cső alakulhat ki. (Nagy 2007). A megtermékenyülés tekintetében az mondható el, hogy elsőnek a cső tövéénél indul el a megtermékenyülés, és folyamatosan a cső hegye felé halad (Nagy & Sárvári 2005). Viszont a cső érése fordított ütemben zajlik, mint a megtermékenyülés, a cső hegye felől tart a cső töve felé, ennek a jelentősége a tejszál értékelésnél van a betakarítás során, hiszen a cső teteje érési szempontból előrébb tart, mint a cső többi része, míg a cső

tövénel található a legéretlenebb szemek, ezért a tejszalagot a csövet közepén kettétörve kell értékelni.

A kukorica gyökérzete a pázsitfűfélék gyökérzetéhez hasonlóan bojtosgyökérzet, amelyet kétféle keletkezésű részre osztunk (elsődleges és járulékos) az alapján, hogy kaliptrogén eredetű vagy sem az adott gyökér. Elsődleges gyökérnek nevezzük a gyököcskéből kialakuló gyökérzetet, ami a kukorica esetében a főgyökér. Azonban a kukorica gyökérrendszerét a járulékos gyökerek határozzák meg, amelyeket keletkezésük szerint 3 csoportba sorolhatunk: vannak a csomógyökerek (koronagyökerek), harmatgyökerek (támasztógyökerek) és a mellégyökerek (Nagy 2021). A kukorica gyökérzete erőteljes, kiterjedt és ökológiai viszonyoktól függően 2 méter mélységig is képes lehatolni, míg oldalirányban 1–1,5 méter növekedésre képes, és óriási szerepe van a víz- és tápanyagfelvételben. Azonban a sekély elhelyezkedés miatt sorközművelő kultivátorozás során fokozottan vigyázni kell (Nagy 2021).

A kukorica szára hengeres, körülbelül 150–250 cm magas és viszonylag vastag, amiket nagyban befolyásol a fajta, hibrid tulajdonsága, illetve a termesztési viszonyok (Antal et al. 2005). A szárat csomók (nódusz) szárközökre (internódium) tagolják, melyek hossza az alsó szárközöktől felfelé haladva nő. Antal és mtsai (2005) szerint a száron található levelek száma megegyezik a nóduszok számával, ami általában 9–14 darab szokott lenni, míg más szerzők szerint ez a szám 6–22-ig is terjedhet. A kukoricánál megfigyelt jelenség a fattyasodás, amely során a főhajtás a nóduszokból mellékhajtásokat vagy másnéven fattyúhajtásokat hoz. A fattyasodási hajlam elsősorban fajtára jellemző tulajdonság, azonban a termesztési körülmények is befolyásolják, mint például a tápanyagellátás és a csapadékosabb évszám, melyek hatására növekedik a fattyasodási hajlam (Menyhért 1979, Tavčar–Lieberr 1939). A fattyasodás elsősorban a vetőmagtermesztés céljából termesztett kukorica esetén jelent problémát az öntermékenyülés miatt, míg a silókukorica-termesztés során pozitívnak mondható, hiszen csekély a terméscsökkentő hatása, mivel a mellékhajtásoktól elvonja szükség esetén a tápanyagot a főhajtás (Nagy & Sárvári 2005, Radics et al. 1994). A kukoricacső nem más, mint a megtermékenyült női (torzsa) virágzat. A kukoricaszem egy zárt, száraz, egyszemű termés, ahol a terméshéj és a maghéj összenőtt (Nagy 2021). Surányi (1957) alapján az egy csövön található szemek száma 600 és 1000 darab között változik. A kukorica ezermagtömege fajtától függően széles tartományban változik 100–450 g között.

A kukorica (*Zea mays l.*) éghajlatigényét nézve elmondható, hogy a melegigényesebb növényeink közé tartozik. Régebben szinte csak silókukoricaként termesztették a Kárpátoktól

északabbra (Antal et al. 2005). Azonban mára a nemesítési munkának és a folyamatosan zajló klímaváltozásnak köszönhetően a szemes kukorica termesztetősége is északabbra terjedt. A kukorica eredetileg rövidnappalos növény származását tekintve, de az évszázadok alatt elég jól alkalmazkodott a hosszúnappalos feltételekhez. Antal és mtsai (2005) megállapítása alapján a kukorica terméspotenciálját a mérsékelt égövön a 42–45° szélességi körön lehetséges a legjobban kiaknázni. A Magyarországon termesztett hibridek tenyészidőszakuk során jellemzően 1100–1400°C-ot igényelnek. A vetéshez 8–10 °C közötti tartós talajhőmérsékletre van szükség, hogy a csírázás az elvárt módon megtörténjen. A hajtás növekedéséhez az optimális hőmérséklet 25–35 °C között található, míg a teljes érésig a címerhányástól az átlaghőmérséklet 24–26 °C között a legkedvezőbb, és ha ettől alacsonyabb, akkor az érési idő eltolódik (Antal et al. 2005). A levélnövekedés sebessége nappal a csapadék mennyiségével van szoros korrelációban, míg éjszaka a hőmérséklettel.

A kukorica talajigényét nézve elmondható, hogy a talaj állapotára és minőségére az egyik legigényesebb gabonaféle kultúrnövényünk (Nagy 2005). A kukoricát eltérő talajtípusokon is termesztik, viszont a nagy tápanyag- és vízigénye miatt igazán nagy és biztonságos termésre mélyrétegű, humuszban gazdag, közép kötött vályogtalajon számíthatunk (Antal et al. 2005). A talaj kémhatására különösen nem érzékeny (5,8–8,0 pH), viszont a termesztésre legalkalmasabb pH tartomány 6,6–7,5 között változik. A talajhőmérséklet döntően hatással van a gyökérfejlődésre, ezáltal a víz- és tápanyagfelvételre is. Fontos jelentősége van annak, hogy a talajok, ahol termesztik, könnyen felmelegedjenek, mivel az optimálistól hidegebb talajokon a gyökér fejlődése lelassul, visszamarad, ezáltal a tápanyag- és vízfelvétel is; és ennek következtében a növekedés is vontatott lesz (Ching & Barber, 1979). Azonban hazánkban ezek ellenére termesztnek kukoricát olyan talajokon is, amelyek alacsony szervesanyag tartalommal, rossz vízgazdálkodással és sekély termőréteggel bírnak; Nagy és Sárvári (2005) megállapítása alapján korai érésű, kisebb vízigényű fajták termesztése indokolt ezeken a területeken.

A szakirodalmak egységesen foglalnak állást abban, hogy a kukorica vízigényes szántóföldi kultúra. A vegetáció alatt szükséges vízmennyiség 450–550 mm között alakul a szakirodalmak többségénél, viszont nagyban befolyásolják a tényleges vízszükségletet az éghajlati viszonyok és a FAO szám (Antal et al. 2005, Berzsényi 2012). A napi átlagos vízfogyasztása Antal és mtsai (2005) alapján 4,5–5,5 mm/nap/ha-ra tehető, viszont a csúcsidőszakban (virágzástól a hólyaghasadás végéig) a napi vízfelhasználás elérheti a napi 9 mm-t is, ami száraz, forró, szeles napokon 12–13 mm is lehet (Corteva: [http12](http://12)). Huzsvai és Nagy (2003) megállapítása alapján

a csapadék mennyiségének és eloszlásának a vetés és virágzás közötti időszakban van az egyik legmeghatározóbb hatása a termés mennyiségére.

A szakszerű tápanyagutánpótlás minden növény esetén ugyanolyan kiemelkedő, mint a kukorica esetén. A tápanyag kijuttatása során, legyen az műtrágya vagy szerves trágya, a kijuttatott 3 fontos makroelem közül a nitrogénnek van a legnagyobb hatása a termésmennyiségre, viszont a foszfort és a káliumot is egyensúlyban kell tartani és a megfelelő mennyiséget kijuttatni a kívánt termésmennyiség eléréséhez (Bocz 1976, Csathó et al. 1989). A kukoricának rendkívül jó a tápanyaghasznosító képessége, viszont a tápanyagigénye is nagyméretű, ezért gondos tápanyagutánpótlást igényel, és az ásványi elemek közül a nitrogénre van szüksége a legnagyobb mértékben (Menyhért 1985, Nagy & Sárvári 2005). Különböző szerzők különböző szakirodalmakban eltérő tápanyagszükségleteket határoztak meg 1 tonna kukorica szemterméshez szükséges nitrogén, foszfor és kálium tekintetében. Nitrogén esetében 24–25–28 kg, foszforál 10–11 kg, míg kálium esetén 20–24–30 kg hatóanyag szükséges 1 tonna szemtermés előállítására (Berzsenyi 2012, Antal 1999, Menyhért 1979). Az 59/2008 (IV.29.) FVM rendelet alapján a silókukorica 1 tonna zöld hozamhoz 3,5 kg nitrogént, 1,5 kg foszfort és 4 kg káliumot igényel általánosan.

2.3. A nitrogén szerepe és hatása kultúrnövényeink termesztésében

A nitrogént (N) minden növény nitrát- és ammóniumion formájában hasznosítja. A nitrogén a növények megfelelő növekedéséhez és fejlődéséhez elengedhetetlenül szükséges elem, mivel létfontosságú szerepet játszik a növény biokémiai és élettani funkcióiban, hiszen fontos alkotóeleme a fehérjéknek, nukleinsavak és a klorofillnak (Leghari et al. 2016). A nitrogén fontos eleme a növények zöld színét kölcsönző pigmentnek, a klorofillnak, amely fontos szerepet tölt be a fotoszintézisben. Az optimális nitrogén mennyiség serkenti a fotoszintetikus folyamatokat, növeli a levélfelület nagyságát és a levélfelület tartósságát ugyanúgy, mint az asszimiláció mértékét (Ahmad 2009). Rafik és mtsai (2010) azt állapították meg kísérletükben mikor a különböző nitrogénszintek és tőszámok hatását vizsgálták kukoricában, hogy a levélfelület és levélbiomassza-tömeg meghatározó tényezője a termésmennyiségnek.

A nitrogén kulcsszerepet játszik a mezőgazdaságban a terméshozam növelésében és ezen felül a nitrogén nemcsak a terméshozamot növeli, hanem a minőségi paraméterekre is fontos hatással van (Massignam 2009, Ullah 2010). Serkenti a gyors kezdeti fejlődést és javítja a takarmánynövények fehérjetartalmát. A termésmennyiséget legnagyobb mértékben a nitrogén

ellátás határozza meg, és a vízzel együtt a legfontosabb termés hozam korlátozó tényező (Loch & Kiss 2014, Mueller et al. 2012).

A növények a nitrogént elsősorban a gyökéren keresztül veszik fel nitrát- és ammóniumion formájában, viszont karbamid formájában a levélen keresztül is képesek nitrogén felvételére. Pirschle (1934) vizsgálatai során nitrát és ammónium felvételét vizsgálta 21 növényfajnál, és arra következtetésre jutott, hogy a két nitrogénforma között lényeges különbség, hogy a nitrát felvételére optimális pH tartomány jóval szélesebb (4,5–7,0), mint az ammónia esetében (5,5–6,5).

A nitrogénhiány idősebb leveleken jelentezik elsősorban, hiszen a nitrogén mozgása a növényen belül zavartalan és hiányos nitrogén ellátás esetén a fiatalabb zöld részekbe vándorol (Loch & Kiss 2014). A nitrogénhiány látható és láthatatlan tünetei jól ismertek. A nitrogénhiány következtében a növény növekedése visszafogott, lerövidül a vegetatív fejlődési szakasz és a reproduktív fejlődési szakasz meggyorsul, ami látványosan jelentkezik a látható tünetekkel, mint a klorofill hiányából fakadó fakó, világossárga levelek, amik idő előtt le is hullanak és a hamarabb beérő magvak, amik apróbbak a kelleténél. A nitrogénhiány hatása a fehérjetartalom csökkenésére régóta jól ismert. Viszont a bőséges nitrogénellátásnak is megvannak a káros hatásai a növény számára, mint a megdőlés veszélye, valamint a kártevőknek és fertőzéseknek való fokozottabb kitétel. A talaj- és az éghajlati viszonyok jelentős szerepet játszanak a N felvételében és felhasználásában, ennek következtében fontos figyelembe venni egy adott régió talaj- és éghajlati viszonyait, mielőtt a nitrogén hatását vizsgáljuk az adott növény növekedésére és teljesítményére (Leghari et al. 2016).

A nitrogénfelhasználási hatékonyság egy meghatározó mutató egy olyan területen, mint a mezőgazdaság, ami a legnagyobb nitrogénfelhasználó a világon (Oenema et al. 2015). A nitrogénfelhasználási hatékonyság (Nitrogen Use Efficiency) egy mérőszám, amit a nitrogénmenedzsment hatékonyságának viszonyítására használnak a teljes nitrogénbevitel és kivétel alapján. A mérőszám kiszámításához szükséges adatok a termésmennyiség, a felhasznált nitrogénmennyiség (beleértve a talaj nitrogéntartalmát is) és a betakarított termés fehérjetartalma (Yara 2020). A jó nitrogénmenedzsment célja az agronómiai célok mellett a minimális N veszteségre való törekvés a kimosódó nitrogén környezetszennyező hatásának mérséklése érdekében (Omara et al. 2019). A nitrogénfelhasználási hatékonyságot nagymértékben befolyásolják a talaj és az éghajlati tényezők, mint a humusztartalom,

talajtextúra, nedvesség, talaj pH, nitrogénutánpótlás módja és ideje, kiemelve néhányat a rengeteg befolyásoló tényező közül (Dong 2015).

A nitrogénműtrágyázás célja a növény számára biztosítani a felvehető formában lévő nitrogént, akkor, amikor az adott növénynek a leginkább szüksége van rá. A feladat nem egyszerű, hiszen a bőséges csapadék és a nitrifikáció a termelő ellen dolgozik, mivel a nitrogénműtrágyák átesnek egy feltárodási folyamaton a talajban, amely során a bakteriális tevékenységre ammónium, majd nitrát képződik, amit a talaj nem képes megtartani és bőséges csapadék hatására kimosódik a talajból. Kedvezőtlen körülmények között a kijuttatott N hatóanyag 70-80%-a is elveszhet. A nitrifikáció inhibitorok fontos segítséget nyújthatnak a nitrogénveszteség és a környezetterhelés mérséklésében, hiszen gátolják a nitrifikációt végző baktériumok tevékenységét, amelyek az ammóniumot nitráttá alakítják a talajban (Hírös Agrária: [http13](http://13)).

2.4. A nitrogénműtrágyázás hatása a kukorica terméshozamára

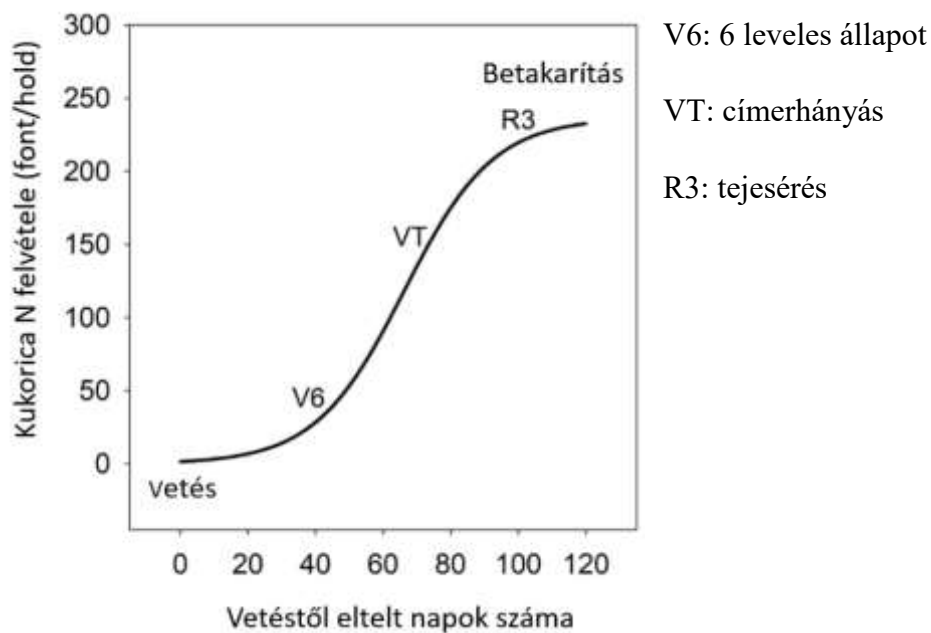
Kultúrnövényeink közül a kukorica a legnagyobb nitrogénműtrágya-felhasználó a világon (16,2%), amire a legnagyobb természőnek számító Egyesült Államokban az éves összes felhasznált nitrogénműtrágya felét juttatják ki, ami a világon a legjobb nitrogénfelhasználási hatékonysággal (41%) párosul (International Fertilizer Association and International Plant Nutrition Institute 2017, Omara et al. 2019). Azonban a 41 %-os hatékonyság még mindig azt mutatja, hogy a kijuttatott nitrogén hatóanyag több mint fele elvész, és súlyos ökológiai és környezetvédelmi problémát jelent (Raza et al.2021).

A nitrogénműtrágyázás hatása a kukoricára a nitrogén elérhetőségétől és a növény nitrogénfelvevő képességétől függ (Raza & Farmaha 2022). A nitrogén elérhetőségét rengeteg tényező befolyásolja, kezdve a talaj jellemzőitől (pH, textúra), mikrobiális tevékenységtől, az agrotechnikai műveleteken (öntözés módja, mennyisége, nitrogénműtrágya kijuttatásának ideje, formája, módja) át a klimatikus tényezőkhöz, mint a hőmérséklet, csapadékviszonyok és rengeteg más befolyásoló tényező. A nitrogén a legnagyobb kihívást jelentő tápanyag az optimális tápanyaggazdálkodás szempontjából, mivel elérhetőségét, veszteségeit, és átalakulását számos tényező befolyásolja, amik ráadásul táblán belül és táblák között is jelentősen változhatnak (Tremblay et al. 2012). A rengeteg befolyásoló tényező hatására nehéz megállapítani egy általános kijuttatandó nitrogénhatóanyag-mennyiséget, hiszen az optimális kijuttatott nitrogénhatóanyag-mennyiség jelentősen különbözik táblánként, és tábla szinten is évenként jelentősebb eltérés fordulhat elő (Raza & Farmaha 2022, Cambouris et al. 2016). A növény által

felvett nitrogénmennyiségnek körülbelül a felét adja a nitrogéntrágyázás, míg a másik felét a talaj nitrogén szolgáltató képessége biztosítja, aminek következtében a nitrogénmennyiség megfelelő meghatározásához az első lépés a talajvizsgálat (Yan et al. 2010).

Raza és Farmaha (2022) kutatásukban 2018-tól 2021-ig 8 beállított kísérletben vizsgálták a különböző nitrogénhatóanyag-szintek hatását a kukorica szemtermés hozamára agyagos-homok talajokon, amelyen az én kísérletem is beállításra került. A 8 szántóföldi kísérlet összesített eredménye alapján megállapítható a termés hozam növekedése a nitrogéntrágyázás hatására a kezeletlen kontrollhoz képest. Azonban a termés hozamok széles határok között mozogtak minden kijuttatott nitrogénmennyiség esetén a különböző táblákon. Arra az eredményre jutottak, hogy a legtöbb kísérleti helyen (8-ból 6) a gazdaságilag optimális nitrogénmennyiség 200–280 kg/ha nitrogénhatóanyag között változott, és a maximálisan elérhető termésmennyiséget is 200 kg/ha nitrogén hatóanyag feletti kijuttatott mennyiséggel lehetett elérni. Stone és mtsai (2010) hasonló körülmények között vizsgálták a nitrogénhatóanyag mennyiségének hatását a kukorica szemtermés mennyiségére, mint Raza és Farmaha (2022), és ők is azt találták, hogy a maximális termés mennyiségét 200 kg/ha nitrogénhatóanyagot meghaladó mennyiséggel lehetett elérni. Míg Hoffmann (2018) ajánlása szerint nagyobb termés hozam elérésének érdekében, mind szemes kukorica (9–10 t), mind silókukorica (50–60 t) esetén ajánlott 130–160 kg nitrogénhatóanyag kijuttatása hektáronként. Számos kutatás arra az eredményre jutott, hogy a nitrogéntrágyázás nemcsak a silókukorica hozamát, hanem a fehérjetartalmát is növelte, mind a szem, mind a vegetatív részekben (Duley et al. 1921, Blair et al. 1916). Kaiser és mtsai (2022) 2022-es adatok alapján készítettek el egy útmutatót, ami azt tartalmazza, hogy mekkora kijuttatott nitrogénhatóanyag-mennyiség esetén lesz a leggazdaságosabb a kukoricatermelés. Homok típusú talajokon öntözött körülmények között, mint ahol az én kísérletem is beállításra került, számolásaik szerint az MRTR (Maximum Return To N) értéke 70 és 120 kg nitrogénhatóanyag körül alakul, függően a nitrogén ára és az eladási ár arányától.

A kijuttatott nitrogénhatóanyag-mennyiség mellett jelentős fontossággal bír a kijuttatás időpontja. Geissler és mtsai (2012) 3 különböző termesztési területen vizsgálták a silókukorica nitrogén felvételének mértékét a vegetáció alatt. A kukorica nitrogénfelvétele hatleveles állapotig (V6) alacsony, viszont a hatleveles állapottól a bibehányásig a legintenzívebben veszi fel a nitrogént a vegetáció során a silókukorica, amikor 1,5–2 kg/ha nitrogén hatóanyagot is felvesz naponta (1. ábra). A nitrogénfelvétel mértéke a cső érésével csökken, míg teljes érésre megközelíti a növény a teljes felvett nitrogénmennyiséget a vegetáció alatt.



1. ábra: Halmozott N-felvétel a silókukorica esetén (Geisseler et al, 2012)

2.5. A silókukoricának a tejelő tehének takarmányozásában betöltött szerepe

Orosz (2014) megállapítása szerint a szilázskészítésre alkalmas kukorichibridekből készült kukoricasziláznak hatalmas szerepe van a hazai tejtermelésünk költséghatékonyságában és színvonalában. Rankin (2022) megállapítása alapján is a kukoricaszilázs a tejelőipar egyik legfontosabb eleme. A takarmányozási szakemberek a silókukoricát a tömegtakarmányok királyának szokták hívni, hiszen tömegtakarmány-növényeink közül a belőle készült erjesztett sziláznak van a legnagyobb energiatartalma 1 kg erjesztett tömegtakarmányra vetítve és hektáronként a legnagyobb energiahozam a belőle készült erjesztett tömegtakarmánnyal hozható le. Az elsődleges értékmérő tulajdonsága nem más tehát, mint az energiatartalma.

A szilázs nettó, tehát a tehén számára potenciálisan elérhető energiatartalmát a táplálóanyag-tartalom és ezeknek a táplálóanyagoknak az emészthetősége határozza meg. Az energiatartalom szempontjából két legfontosabb komponens a rost és keményítő, valamint ezeknek a komponenseknek a bendőbeli lebonthatósága és vékonybéli emészthetősége (Orosz 2014). A keményítő teljes emésztőtraktusbeli emészthetősége jelentős hatással van a potenciális tejtermelésre (Firkins et al. 2001).

Kutatások eredményeiből arra jutottak, hogy a tehénben a szemes kukorica és kukoricaszilázs keményítője máshogy viselkedik, hiszen más ezen takarmányok bendőben lebomló és a bendőben le nem bomló by-pass keményítő aránya. A takarmányozásban klasszikusan, ökölszabály szerint azt mondják, míg a májusi morzsolt szemes kukoricának a 40–60 % a bendőben lebomló–bendőben le nem bomló keményítő aránya, addig ez az arány 20–80% a kukoricaszilázs esetén. A különbség fő mozgatórugója a kukoricaszem nedvességtartalma, vagyis a növény fenológiai állapota; ahogy közeledik a szem nedvességtartalma a májusi morzsolt kukoricáéhoz, annál nagyobb része lesz a keményítőnek by-pass keményítő (Halász szóbeli közlés). A bendőben lebomló keményítő azért fontos, mert a szarvasmarha alapvetően rostemésztésre rendezkedett be az evolúció során, kevés hasnyál amilázt termel, a glükóz felszívódása is korlátozottabb a vékonybélben a monogasztrikus állatokéhoz képest, és ennek következtében korlátolt a keményítő vékonybélben történő emésztése. A kutatások szerint (http 4) a vékonybélben csupán 1–1,5 kilogramm keményítőt tud lebontani hatékonyan a tehén és e felett már nagy veszteségek mellett bontja a keményítőt, míg a vastagbélben jelentős keményítőfermentáció már nem zajlik. A kutatók véleményei megoszlanak a védett by-pass keményítő maximális etethető mennyiségének tekintetében. Van Vliet (1994, idézi: Orosz & Dégen 2013) véleménye szerint ez az érték 1250 g/nap, míg Lebzien (2002, idézi: Orosz & Dégen 2013) állítása szerint inkább 1500 g/nap.

Brandt és mtsai (1999) azt állapították meg, hogy 3,9 kilogramm száraz szemes kukorica etetésekor 1050 gramm keményítő jut a vékonybélbe és 500 gramm keményítő a vastagbélbe, ahol bizonyos mértékű mikrobiális fermentáció még zajlik. Azonban a keményítő nem fermentálódik már tökéletesen a vastagbélben, ezért döntően kukoricára alapozott takarmányadag mellett nagy lehet a keményítő veszteség. Ebből az adatból arra lehet következtetni, hogy a gazdaságos keményítőlebontás érdekében a napi megetethető száraz szemes kukorica mennyisége tehenenként megközelítően 4 kilogramm (Orosz 2020). Ebből következik az is, hogy a keményítőhasznosulás gazdaságos növelése a bendőben lebomló keményítővel lehetséges, amiben más gabonamagvak (3. táblázat) és a kukoricaszilázs keményítője magas, szemben a száraz kukoricával. A nagyüzemi intenzív tejtermelés motorja a bendőben lebomló keményítő, aminek elsődleges forrása a nagymennyiségben etetett kukoricaszilázs (Halász szóbeli közlés).

A kukorica szilázs energiatartalmát és keményítőjének emészthetőségét 3 tényező befolyásolja legnagyobb mértékben: a növény betakarításkori érettségi állapota, a szilázs tárolási idejének hossza és a szilázs CSPA értéke, amikről bővebben a további alpontokban tesztek említést.

3. táblázat: Az egyes gabonafélék bendőbeli lebonthatósága (Tóthi 2006, idézi: Orosz 2020)

	Átlagos keményítő lebonthatóság %	Gyorsan lebomló keményítőhányad %	Lassan lebomló keményítőhányad %
Zab	98	96	4
Búza	93	68	32
Árpa	92	63	37
Cirok	61	32	68
Kukorica	58	25	75

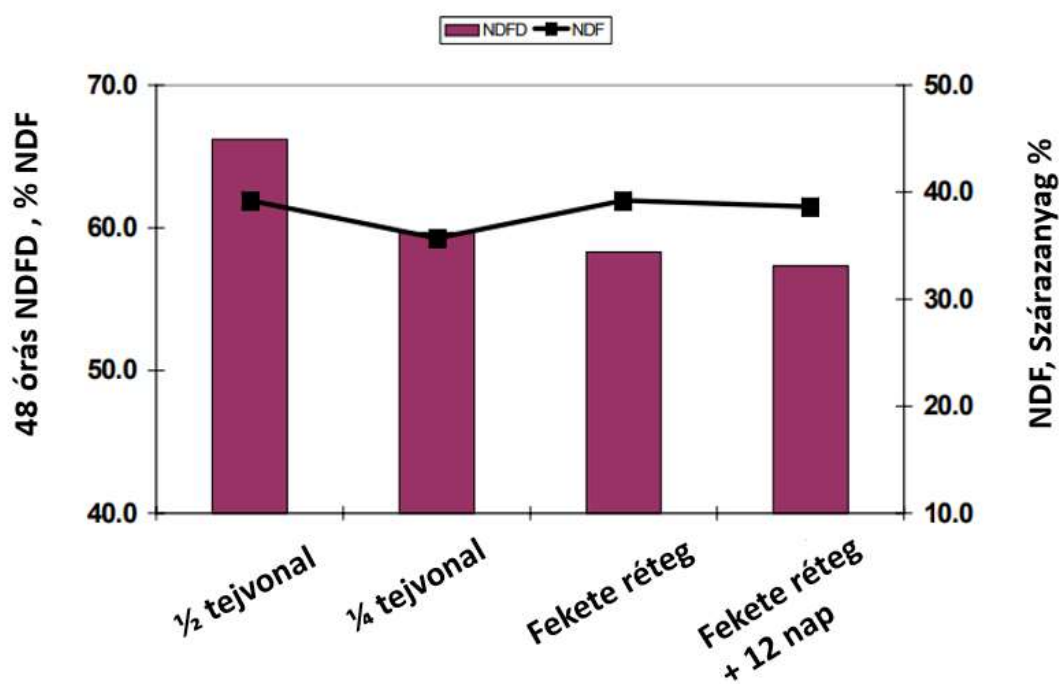
2.5.1. Az érési állapot hatása az energiatartalomra

A betakarításkori érettségi állapot fő tényező a silókukorica takarmányozási értékének meghatározásában (Johnson et al. 1999). Az energiatartalom szempontjából két legfontosabb komponens a rost és a keményítő, valamint ezeknek a komponenseknek a bendőbeli lebonthatósága és vékonybéli emészthetősége, amit döntően meghatároz a betakarításkori érettségi állapot (Orosz 2014).

A kérődző állatok nagy hatékonysággal hasznosítják a takarmányok rosttartalmát és ennek következtében fontos szerepet játszik az energia ellátásukban a tömegtakarmányok rostfrakciója, melyre továbbiakban NDF-ként hivatkozok. Az NDF a neutrális detergens rost rövidítése és a növény rosttartalmának takarmányozásban használt mérőszáma. Az érési állapot döntően befolyásolja a tömegtakarmány-növények NDF mennyiségét és emészthetőségét a tehénben. Ahogyan a tömegtakarmány-növények haladnak előre a vegetációban, úgy rosttartalmuk emészthetősége folyamatosan csökken. Az ok a lignifikációra vezethető vissza, amely során a növényi szövetekbe az érés előrehaladásával cellulóz és egyéb összetett szénhidrátok épülnek be, amelyek nehezebben hozzáférhetőek és bonthatók a bendő baktériumai számára, és ennek következtében csökken a növény NDF tartalmának emészthetősége (Hoffman et al. 2003). Russel (1986) kukoricaszárak in vitro NDF emészthetőségét vizsgálta, mely során 3 éven keresztül 3 érési állapotban gyűjtötte be a kukoricaszárt ugyanattól a hibridtől. Arra az eredményre jutott, hogy az érési állapot előrehaladásával csökkent az NDF emészthetősége, amely szoros korrelációban volt a növekvő lignin- és cellulóztartalommal.

Az NDF emészthetőségét a vegetáció előrehaladásával nem csak a lignifikáció, hanem a levél–szár arány változása is befolyásolja közvetetten. A hüvelyesek és pászitfűfélék levelének NDF tartalma szignifikánsan emészthetőbb, mint a szár NDF tartalma (Hoffman et al. 2003). Ezt az állítást támasztja alá Weakley és mtsai (2019, idézi: Rankin 2021) vizsgálata, mely során 160 lucernamintát gyűjtöttek és kézzel választották el a minták levél és szár tartalmát, majd az elválasztott levél és szár mintáknak meghatározták az RFQ értékét. Az RFQ érték egy index, amit a minta NDF tartalmából és NDF tartalmának 48 órás in vitro emészthetőségi értékéből számolnak. A vizsgálat eredménye szignifikáns eltérést mutatott: míg a vizsgált minták leveleinek RFQ értéke 450 és 500 között változott, addig a minták szárainak RFQ értéke csupán 50 és 120 között változott. Összehasonlításképp Undersander (2003) véleménye alapján a laktációjuk első harmadában lévő tehenekkel RFQ 140 érték alatt nem ajánlott lucerna szénát vagy szilázst / szenázst etetni. A vizsgálat lucernán zajlott, de hasonló adatokra és eltérésre lehet számítani kukorica esetében is.

A vegetáció előrehaladásával nem csak a lignifikáció nő, hanem a levél–szár arány is csökken, ami azt jelenti, hogy a szár aránya nő a levélhez képest, és a növény NDF tartalmának nagyobb részét teszi ki a szignifikánsan rosszabbul emészthető kukoricaszár. Az érési állapot előrehaladásával fokozatosan csökken a szilázs NDF emészthetőségének értéke (2. ábra) és így az NDF-ből származó energia, ami a keményítővel együtt határozza meg a szilázs energiatartalmát a legnagyobb részben.



2. ábra: Az érettségi stádium hatása a kukoricaszilázs 48 órás NDF-emészthetőségére (Hoffman et al. 2003)

Az érési állapot nem csak a szilázs NDF tartalmára és emészthetőségére van hatással, hanem az energiatartalmat meghatározó másik fő komponensre: a keményítőtartalomra és a keményítő emészthetőségére. Az érés előrehaladásával megjelenik a cső a növényen, elkezdenek a szemek kitelni és elkezd berakódni a keményítő.

Bal és mtsai (1997, idézi: Orosz 2014) 4 érési stádiumon keresztül vizsgálták a betakarításkori érési stádium hatását a szilázs beltartalmi paramétereire. A vizsgálat eredményeiből arra jutottak, hogy az érés előrehaladásával szignifikánsan nő a szilázs keményítőtartalma viaszérésig, amikor a tejvonal elérte a szem kétharmadát, viszont a keményítő tartalom szignifikánsan nem nőtt már a teljesérésben a viaszéréshez képest (5. táblázat). A keményítő beépülése a szem csúcsától indul és a szem alapi része felé tart (szem–csukta találkozása), a beépült keményítő következtében a szem színe sötétebb, szemmel láthatóan elkülöníthető a világosabb kásás rétegről, ez a két réteg találkozásánál található a tejvonal, és a silózás időpontjára ad iránymutatást. Szakirodalmi és gyakorlati ajánlás alapján a silózást a felestől a 2/3-os állapotig kell elvégezni (Kiss 2014).

4. táblázat: A silókukorica-szilázs táplálóanyag-tartalma és keményítő emészthetősége az érési stádium szerint (Bal et al, 1997, idézi: Orosz 2014)

		Korai szemérés (kora teljesérés)	Tejvonal 1/4 (teljes-viaszérés)	Tejvonal 2/3 (viaszérés)	Fekete vonal (teljesérés)
Szárazanyag	%	30,1	32,3	35,1	42,0
NDF	%sza.	52,0	44,4	40,5	41,3
ADF	%sza.	32,0	27,1	23,9	24,2
Lignin	%sza.	3,3	2,8	2,9	2,7
Keményítő	%sza.	18,2	28,7	37,2	37,4
Keményítő- emészthetőség	%	94,1	92,9	92,2	87,7

A keményítő emészthetőségét vizsgálva viszont a keményítőtartalom emészthetősége szignifikánsan csökkent a teljesérésig a viaszéréshez képest. Bal és mtsai (1997) vizsgálatai

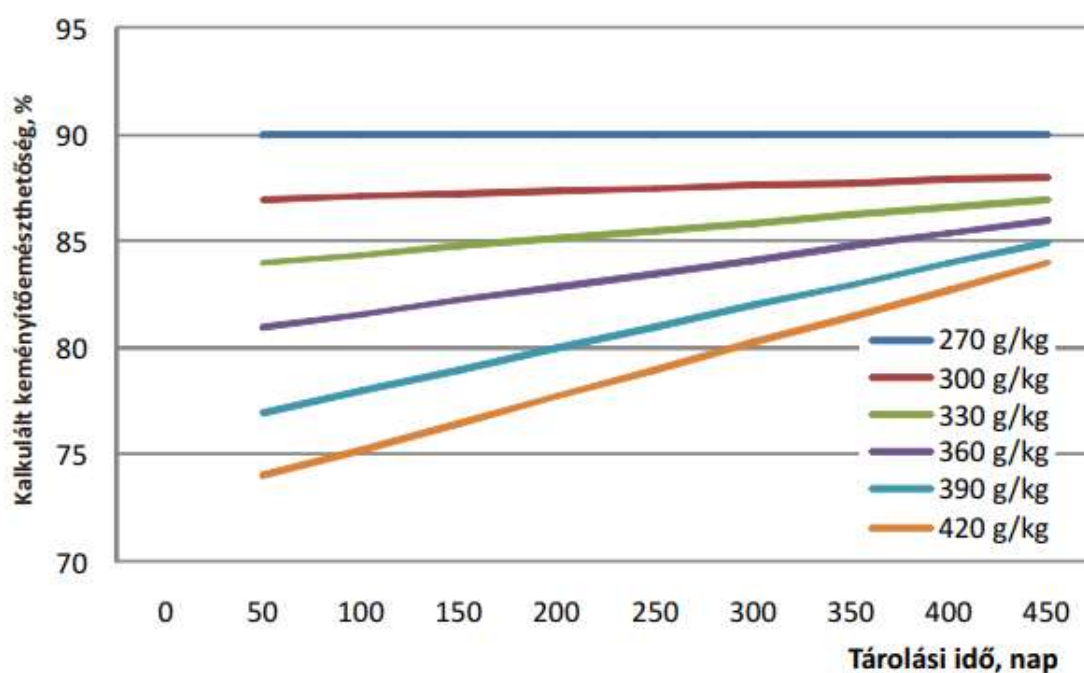
alapján megállapítható, hogy a keményítőtartalom szignifikánsan nő a tejszál kétharmadáig, azonban a teljesítésben már nem nő számottevően a keményítőtartalom, viszont szignifikánsan romlik a keményítő emészthetősége a vialszeréshez képest. Ezen eredmények alapján azt találták, hogy a silókukorica betakarítására legalkalmasabb érettségi állapot a vialszerés, amikor a szárazanyag tartalom 35% és a tejszál a szem kétharmadánál tart. Orosz (2020) véleménye alapján a silókukorica betakarítására legalkalmasabb szárazanyag-tartomány a 32–35 %, viszont előttr már a keményítő tartalom számottevően nem nő, hanem a tehén számára hozzáférhető emészthető keményítőtartalom csökken, ezért nem érdemes várni a betakarítással a keményítő növekedés érdekében.

2.5.2. A tárolási idő hatása az energia tartalomra

Már régebbi kutatások (Newbold et al. 2006, Ward & De Ondarza 2008) megállapították, hogy a tárolási időnek fontos hatása van a tárolt kukoricaszilázs keményítőtartalmának emészthetőségére és így a tehén számára hozzáférhető emészthető keményítő mennyiségére. A tehén számára csak az általa hozzáférhető emészthető keményítő számít és nem a betakarításkori teljes keményítőtartalom (Orosz 2022). A tárolási idő előrehaladásával fokozatosan javul a keményítő emészthetősége, ami arra vezethető vissza, hogy a savas környezet hatására a keményítőszemcséket körbe vevő fehérjeburok (prolamin) fokozatosan lebomlik és hozzáférhetőbbé válik a keményítő. Gazdasági jelentősége az, hogy kedvezőbbé válik a takarmányértékesítés és potenciálisan nagyobb tejtermelési szintet eredményezhet (Orosz 2020).

Junges és mtsai (2015 idézi: Orosz 2015) kutatásaikban azt vizsgálták, hogy milyen hatással volt a 2 éves tárolási idő a szilázs keményítőjének emészthetőségre, amit fizstulás tehenekben vizsgáltak in vivo 24 órás inkubációval. Az eredményeik alapján szignifikánsan nőtt a keményítő emészthetősége a tárolási időszak alatt, hiszen a kezdeti kevesebb mint 45%-ról a vizsgálat végére meghaladta a keményítő-emészthetőség a 70%-ot. A vizsgálat alatt nem csak a keményítő emészthetőségét, hanem az oldódó fehérje mennyiségét és a prolamin koncentrációját is vizsgálták a tárolt szilázsnak. Az oldódó fehérje értéke 3 és 570 nap között 22,7 %-ról 52,3%-ra nőt, míg a prolamin koncentrációja ugyanezen idő alatt 2,3%-ról 1,1%-ra (sza.) csökkent. Az oldódó fehérje és a keményítő lebonthatósága között erős és szignifikáns korrelációt találtak a vizsgálat során ($R = 0,83$, $p < 0,01$), ami bizonyítja a fehérje burok lebomlásának hatását a keményítő lebonthatóságára.

Ferard és mtsai (2016, idézi: Orosz 2016a) szintén a tárolási idő hatását vizsgálták a keményítő emészthetőségére a betárolást követő 2 hónapban 3 mérési időpontban (12. nap, 40. nap, 68. nap) különböző szárazanyag tartalommal betakarított szilázsok esetén. A vizsgálat eredményeként ugyanazt találták, mint Junges és mtsai (2015), hogy a tárolási idő előrehaladásával javul a keményítő emészthetősége és a javulás következtében akár +4–20 g/kg szá. plusz hozzáférhető keményítő érhető el a tehén számára. A vizsgálat adataiból az is kiderült, hogy a keményítő emészthetősége eltérő mértékben változik a különböző szárazanyag-tartalmú szilázsok esetén; ahogy nő a szárazanyag-tartalom, úgy nagyobb mértékben is nő a keményítő emészthetősége a tárolási idő hosszával (3. ábra). A 33–42% közötti szárazanyag-tartományban a tárolási időnek szignifikáns hatása van a keményítő emészthetőségének javulására. A silókukorica betakarítására legalkalmasabb szárazanyag tartomány a 32–35% (Orosz 2020).



3. ábra: A keményítő emészthetőségének (Peyrat et al 2016, idézi: Orosz 2016a) korigált értéke a betakarításkori szárazanyag-tartalom és a tárolási idő függvényében

A kukoricaszilázst a betárolást követően akár már hetekkel később elkezdik etetni. Egy tétel etetése hónapokig is eltart, ezért fontos tényező figyelembe venni a tárolási időt, hiszen a takarmányadag szénhidrát–fehérje egyensúlya és hatékonysága változik a hónapok során a keményítő emészthetőségének javulása miatt (Orosz 2016). Egy keményítőhiányos év során,

amikor az időjárásnak köszönhetően nem elegendő a kukoricaszilázsunk keményítő tartalma, akkor egy hosszabb tárolási idő segítséget jelenthet a hiány ellensúlyozására. Orosznak (2020) Holtz (2012, idézi: Orosz 2020) CVAS laborban mért in vitro keményítő-emészthetőség (7 órás inkubációval) adatai alapján (5. táblázat) a véleménye az, hogy az új silódepó nyitására, ha van rá lehetőség, 3–4,5 hónapot kell várni.

5. táblázat: A keményítő emészthetőségének változása a tárolási idő függvényében kukoricaszilázsban (CVAS labor USA, Holtz 2012, idézi: Orosz 2020)

Tárolási idő hét	In vitro keményítő-emészthetőség (7 órás inkubációval) %
0.hét	62,6%
9.hét	72,4%
12.hét	74,4%
18.hét	76,9%
21.hét	76,3%

2.5.3. A szemroppantás hatása az energiatartalomra

A kukoricaszilázs keményítőtartalmának lebonthatóságát és emészthetőségét befolyásoló tényezők közül a legfontosabb a betakarításkori szárazanyag tartalom és a szemroppantottság (Orosz 2014).

A laboratóriumok a kukoricaszilázs szemroppantottságának mértékét a CSPS értékkel mérik (ajmerikai szakirodalmakban jellemzőbb a KPS (Kernel Processing Score) használata). A CSPS a Corn Silage Processing Score rövidítése, és értéke azt mutatja meg, hogy a keményítőtartalom hány százaléka található a 4,75 mm-nél kisebb méretűre tört szemekben. Az érték meghatározását úgy végzik, hogy a szilázmintát leszárítják és a szárított mintát behelyezik egy külön erre a célra kifejlesztett rázóberendezésbe (Ro-Tap Rázóberendezés), és a rázás következtében meghatározzák, hogy az összkeményítő hány százaléka jutott át a 4,75 mm-es szitán. Ferreira és Mertens (2005, idézi: Orosz & Dégen 2013) akik az egész CSPS elméletet és mérési módszert kitalálták, vizsgálataikban azt találták, hogy a 4,75 mm-nél nagyobb szemekben lévő keményítő egy részének már nincs ideje a gyors bendőbeli passzázs következtében a bendőben lebomlani, és így hozzáférhetetlen lesz a bendő mikróbái számára, ezért határozták meg a 4,75 mm-es értéket. A CSPS értéke 70% fölött optimális, ami azt jelenti,

hogy a 4,75 mm-nél kisebb szemrészekben található keményítő a 70%-át teszi ki a szilázsban található összkeményítőnek.

A mai tehének 4–5 tonnával több takarmányt fogyasztanak egy laktációban, mint a 20 évvel ezelőtti társaik, ami azt eredményezi, hogy a takarmány gyorsabban halad át a béltraktuson és így meghatározó tényezővé válik az idő is a bendőbeli lebontásban (Orosz 2021). Ennek következtében jelentős szerepe van a szemroppantottság mértékének a keményítő emészthetőségében. Orosz és Dégen (2013) a szárazanyag-tartalom és a CSPS értékének együttes hatását vizsgálták a keményítő emészthetőségére (8. táblázat). A táblázat adataiból jól látszik a szárazanyagszázalék-kategóriánként a CSPS mértékének jelentősége a keményítő emészthetőségre. Bal és mtsai (2000, idézi: Orosz & Dégen 2013) azt vizsgálták, hogy a szemroppantásnak és a szecskaméretnek milyen hatása a holstein-fríz tehének esetén a tejtermelésre, a táplálóanyagok emészthetőségére és a takarmány felvételre. A silókukorica 35%-os szárazanyag mellett került betakarításra és a kontroll szilázs esetében 0,95 cm elméleti szecskaméretet alkalmaztak és nem használtak szemroppantót. A másik három esetben 1 mm-es hézaggal állították be a szemroppantót és 0,95 cm, 1,45 cm és 1,9 cm elméleti szecskaméretet állítottak be. A kísérletet bendőfisztulás teheneken végezték 71 napig, ahol szárazanyag alapon a napi adagjukat a kukoricaszilázs tette ki. Arra az eredményre jutottak, hogy azonos szecskaméret esetén (0,95 cm) a roppantott szemeket tartalmazó szilázs hatására nőtt a szárazanyag felvétel (25,3 vs. 25,9 kg/nap/tehén) és a tejtermelés (44,8 kg/nap/tehén vs. 46 kg/nap/tehén), valamint javult a keményítő-emészthetőség 95,1%-ról 99,3%-ra. Azonban a különböző szecskaméretnek nem volt hatása az előbbi paraméterekre a roppantott szilázsok esetében. A vizsgálatból kiderült a szemroppantottságnak fontossága és pozitív hatása a tejtermelésre. A CSPS értékének gazdasági jelentőségét mutatja Orosz (2014) számításai is, ahol számításaiból arra az eredményre jutott, hogy 99 tonna szemeskukoricának megfelelő emészthető keményítőt veszünk egy 500 tehenes gazdaságban napi 20 kg kukoricaszilázs fogyasztás mellett, ha a szilázsunk CSPS értéke nem 70%, hanem csupán csak 40%. Schwab és mtsai (2003) kísérleteikből megállapították, hogy a szemroppantottságnak nagyobb szerepe van 35% szárazanyag tartalom felett a keményítő emészthetőségében, mint alatta, ahol a keményítő emészthetőségére a szárazanyag-tartalom van nagyobb befolyással. Azóta sokat fejlődött a kérődző takarmányozás, és minden szárazanyag-tartományban lehetőleg a legjobb CSPS értékre kell törekedni a keményítő minél jobb emészthetősége érdekében, különösen a 35% feletti tartományban.

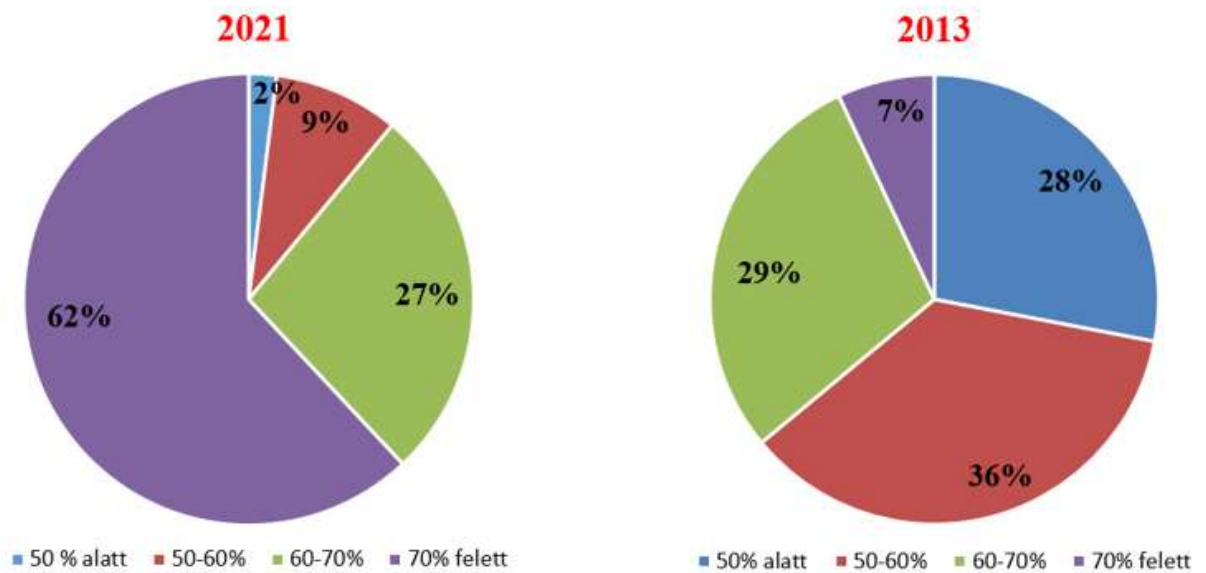
6. táblázat: A keményítő emészthetőségének változása a szárazanyag-tartalom és a CSPA érték függvényében kukoricaszilázsban (Orosz és Dégen, 2013).

CSPA%	A kukoricaszilázs szárazanyag-tartalma %										
	30%	31%	32%	33%	34%	35%	36%	37%	38%	39%	40%
30	79	77,4	75,9	74,3	72,8	71,2	69,6	68,1	66,5	65	63,4
40	83,8	82,3	80,9	79,5	78	76,6	75,2	73,7	72,3	70,9	69,5
50	88,5	87,2	85,9	84,6	83,3	82	80,7	79,4	78,1	76,8	75,5
60	93,3	92,1	90,9	89,7	88,6	87,4	86,2	85,1	83,9	82,7	81,6
70	98	97	95,9	94,9	93,8	92,8	91,8	90,7	89,7	88,6	87,6
75	100	99,4	98,4	97,5	96,5	95,5	94,5	93,6	92,7	91,6	90,6
80	100	100	100	100	99,1	98,2	97,3	96,4	95,5	94,6	93,7

A keményítő emészthetősége szoros kapcsolatban áll a bélsár keményítőtartalmával, minél magasabb a bélsár keményítőtartalma, annál gyengébb a keményítő emészthetősége (Ferraretto & Shaver 2012, idézi: Orosz 2015b). A kukoricaszilázs gyenge CSPA értéke rontja a takarmány értékesülést. Braman és Kurtz (2015) egy 58 000 tehenet 35 telepen érintő átfogó vizsgálatban kutatta a kukoricaszilázs szemroppantottsága és a bélsár keményítőtartalma közötti kapcsolatot. Vizsgálatukban negatív összefüggést ($R=0,58$, $P=0,001$) állapítottak meg a bélsár keményítőtartalma és a szemroppantottság mértéke között, ahogy csökkent az etetett szilázs CSPA értéke, úgy nőtt a bélsár keményítőtartalmának mennyisége. Ferguson (2013, idézi: Orosz 2015b) kutatásában azt találta, hogy a bélsár 5%-os keményítőtartalma fölött minden egyes százalékos növekedés $-0,35$ kg/nap/tehen tejtermelés csökkenést eredményez. A kísérletek és kutatások eredményeiből megállapítható a szemroppantottság jelentősége és a tejtermelésre mért fontos hatása.

Az Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft. takarmánylaboratóriuma minden évben nyilvánosságra hozza az adott évben náluk mért kukoricaszilázs minták CSPA értékek eredményeit. Az eredmények 2013-as évtől elérhetők, és a legutolsó lezárt teljes év a 2021-es év. Az adatokból megállapítható, hogy kevesebb mint 10 év leforgása alatt Magyarországon a kukoricaszilázsok szemroppantottsága hatalmasat lépett előre, hiszen 2013-ban 147 minta esetén a CSPA átlagpontszám 55% volt, míg 2021-ben már 308 minta esetében a CSPA átlagpontszáma meghaladta a 70%-ot (72%), ami az elvárt optimális érték. Mertens (2005,

idézi: Orosz & Dégen 2013) útmutatása alapján a CSPS érték 70% felett optimális, 50–70 százalék között elfogadható és 50% alatt gyenge. A 4. ábra adataiból is látszik, mekkora pozitív változáson ment keresztül a kukoricaszilázsok szemroppantottsága az elmúlt közel 10 évben.



4. ábra: A CSPS érték eloszlása 2011-ben és 2013-ban (ÁT Kft. adatbázisa alapján saját szerkesztés)

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérlet célja

A kísérletem célja az volt, hogy megvizsgáljam öntözött körülmények között mekkora hatással van a nitrogén a silókukorica hozamára és a belőle készült szilázs minőségére. Egy hektáron került beállításra a kísérlet, ahol a táblát két egyenlő részre osztottam. A kontroll táblarész nem kapott egyáltalán nitrogén hatóanyagot, míg a nitrogénnel kezelt táblarész 170 kg nitrogén hatóanyagot kapott. A kísérleti tábla nitrátérzékeny terület. A foszfor és kálium hatóanyagmennyiséget tekintve mind a kontroll, mind a nitrogénnel kezelt táblarész azonos mennyiséget kapott, és az agrotechnológia összes többi eleme megegyezik a két táblarésznél, csupán a kijuttatott nitrogén hatóanyag mennyiségében van eltérés.

3.2. A szántóföldi kísérleti körülmények ismertetése

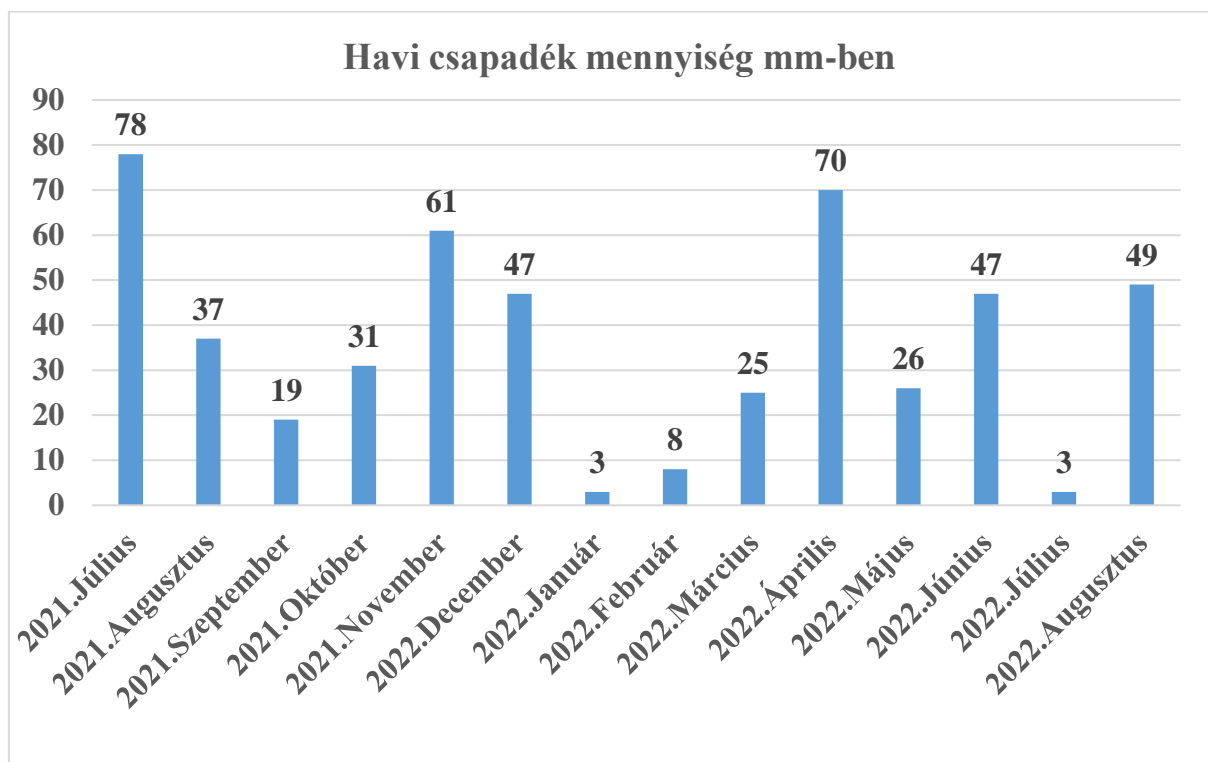
A kísérlet 2022-ben került beállításra Felsőlajoson a családi gazdaságunk területén található D1Y7YT22 azonosítójú MEPAR blokkban 1 hektáron. Felsőlajos (47.07°É 19.5°K, 131 t.sz.f.m) község Közép-Magyarországon, Bács-Kiskun vármegye határán, Kecskeméttől 23 kilométerre található a Duna-Tisza közti homokhátság északi részén (5. ábra).



5. ábra: Felsőlajos elhelyezkedése Bács-Kiskun Vármegye térképén ([http16](http://16))

Az ATK Talajtani Intézet agrotopográfiai (AGROTOPO) adatbázisa alapján a kísérletbe beállított tábla a genetikai talajtípust vizsgálva humuszos homok. A szántóföldi termőhelyi kategóriát illetően a IV. kategóriába, a laza és homok talajok közé tartozik. Könnyen művelhető, kedvezőtlen víz- és tápanyaggazdálkodású talaj, melyen az elérhető termésszint alacsony és a termésbiztonság ingadozó.

A csapadékot vizsgálva tritikálé betakarítása után a silókukorica mintavételezéséig összesen az OMSZ kecskeméti mérései alapján 504 mm csapadék esett le, amelynek az eloszlását a 6. ábra mutassa. A tél rendkívül csapadékhiányos volt a sokéves átlaghoz képest. A tavasz csapadékosabbnak ígérkezett a télhez képest, viszont a nyár megint rendkívül csapadékhiányos volt, ami egy rendkívüli nyári meleggel párosult az Alföld területein. Télen 64 mm-rel, tavasszal 16 mm-rel, míg nyáron 69 mm-rel esett kevesebb csapadék, mint a sokéves átlag (2012-2022) Kecskeméten az OMSZ mérőállomásának adataiból számolva. 2022 során július hónap mutatta a legrosszabb negatív eltérést a sokéves átlagtól 54 mm-rel. A 2022-es év csapadék szempontjából Kecskemét és környékén rendkívül kedvezőtlen volt a kukorica termesztésre, ugyanúgy, mint az Alföld többi területein.



6. ábra: Havi csapadékmennyiség mm-ben 2021 júliustól 2022 augusztusig (Kecskemét K-puszta OMSZ mérőállomás)

3.3. Alkalmazott agrotechnika

3.3.1. Betakarítás utáni és őszi munkálatok

A vetett kukorica előveteménye tritikálé volt. A betakarítást követően rögtön tarlóhántás következett egy Carrier 300-as rövidtárcsával. A terület az alapművelés előtt az erősebb foltokban jelentkező fenyércirok-fertőzés következtében kapott még egy glifozátos kezelést, amit az Amega Up nevű készítménnyel végeztünk. Ősszel, októberben az alapművelés előtt 500 kg Genezis PK 10-20 műtrágya került kijuttatásra mind a nitrogén nélküli kontroll, mind a nitrogénnel kezelt táblarészre. Az alapművelést rögtön a műtrágya kijuttatása után végeztük egy Väderstad Opus 400-as kultivátorral, ami egyben megcsinálta a talaj lezárást is.

3.3.2. Tavaszi és nyári munkálatok

Magágykészítés előtt 300 kg/ha Genezis Pétisót juttattunk ki területre alaptrágyaként a nitrogénnel kezelt táblarészre, majd magágykészítést végeztünk rögtön az egész táblán. Térfogati kvadrát módszerrel megvizsgálva nem tartottuk indokoltnak a talajlakó kártevők elleni tavaszi talajfertőtlenítést. A magágyelőkészítés egy 6 méter munkaszélességű Bednar Swifter SO PROFI kompaktortal történt a kukorica alá 10 cm mélységben, április 20-án. A magágykészítést követően a vetés következett rögtön, amit egy Väderstad TEMPO 6 soros szemenkénti vetőgéppel végeztük.

A vetés részletes adatai:

- vetett fajta: KWS Kenobis
- vetés időpontja: április 25.
- vetésmélység: 5 cm
- vetett tőszám: 60 000 ezer tő/ha

A döntési ok, amiért a KWS ezen fajtáját választottuk, az nem más mint, hogy a KENOBIS kiváló stressztűréssel és alkalmazkodóképességgel rendelkező kettős hasznosítású hibrid, ami kiválóan megfelel a kedvezőtlen agroökológiai feltételekkel rendelkező kísérletbe beállított táblához.

A kelést követően az állomány egy korai posztemergens kezelést kapott 1–3 leveles állapotban az Adengo nevű készítménnyel. Ezt követően 6–8 leveles állapotban elvégeztünk egy sorközművelő kultivátorozást egy Bednar sorközművelővel. A tavaszi csapadékmennyiség és

eloszlás térségünkben lehetővé tette a kukorica 6–8 leveles állapotáig a gond nélküli fejlődést, azonban június közepétől a betakarításig a súlyos aszály miatt a termésbiztonság érdekében 200 mm öntözővizet juttattunk ki. Továbbá 8–10 leveles állapotban fejtrágyaként kijuttattunk a nitrogénnel kezelt táblarészre további 250 kg pétisót. A mintavétel és termésbecslés augusztus 25-én történt, amikor a tejszál a szem felénél járt (7. ábra) és a szárazanyag tartalom 36 % volt. A szárazanyag-tartalmat egy olaj nélküli forrólevegős fritőzzel mértem meg, ami egy elfogadott módszer a gyakorlatban a betakarítás során a beérkező tételek szárazanyag-monitorozására.

7. táblázat: Műtrágyakezelések N, P₂O₅, K₂O mennyiség alapján

Tápanyag	Kezelés	
	Kontroll táblarész	Nitrogénnel kezelt táblarész
N	0 kg N*ha ⁻¹	150 kg N*ha ⁻¹
P ₂ O ₅	50 kg N*ha ⁻¹	50 kg N*ha ⁻¹
K ₂ O	100kg N*ha ⁻¹	100 kg N*ha ⁻¹

3.4. Mintavétel és mért adatok

A mintavételezés során a mintákat a táblaátló mentén vettem és egy minta begyűjtése 10 folyóméterről történt 30 cm-es tarlómagasság mellett. A mért adataim, amelyek tömegmérésen alapulnak, a következők: egész növénytömeg, levéltömeg, szártömeg, csőtömeg, szem- és csutkatömeg külön. További mért adataim voltak a vizsgálat során a levélszám és a csőhossz.

A kontroll és a kezelt területről 5–5 darab mintát gyűjtöttem (8. 9. ábrára).



7. ábra: **Tejvonal a szem $\frac{1}{2}$ -nél**

Készítette: Jászgulyás Attila, 2022.08.23. Felsőlajos



8. ábra: Az öntözött, $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ hatóanyagot kapott kukorica habitusa a mintavétel előtt (saját magasságom 180 cm)

Készítette: Jászgulyás Attila, 2022.08.20. Felsőlajos



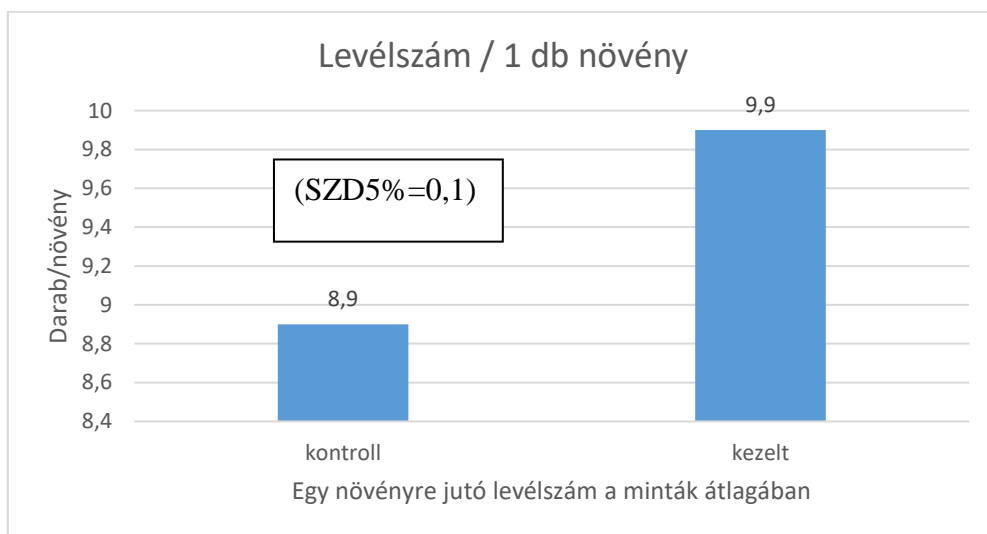
9. ábra: **Kontroll és nitrogént kapott növények habitusa közötti különbség**

Készítette: Jászgulyás Attila, 2022.08.25. Felsőfajos

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

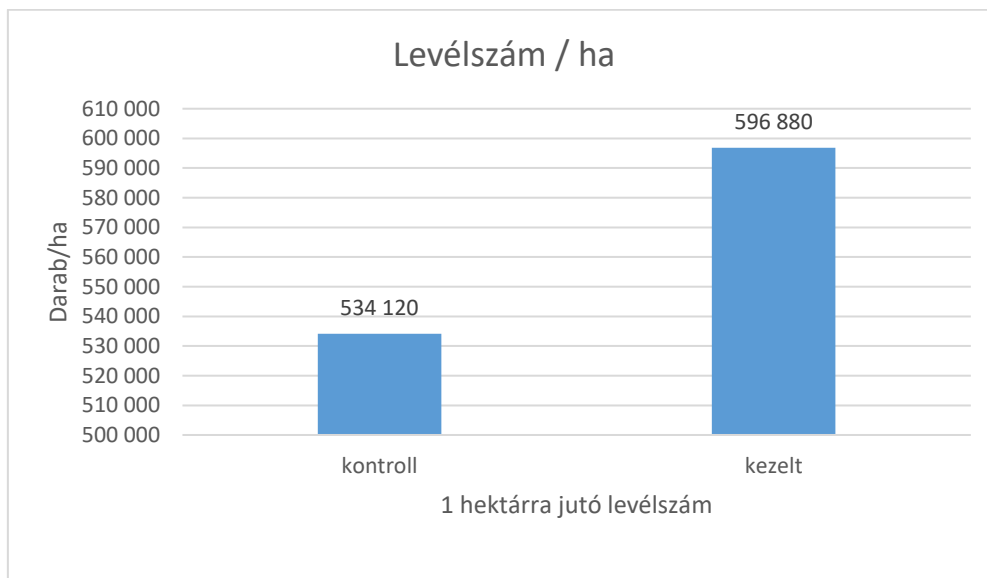
Levélszám

Egy növény átlagosan 8,902 db levelet hozott a kontroll területéről begyűjtött minták esetén, míg a kezelt minták átlagát véve egy növény 9,948 db levelet fejlesztett (10. ábra). Az 1 hektárra jutó levélszám a kontroll esetében 534 120 db, a kezelt esetében 596 880 db (11. ábra). Az egytényezős varianciaanalízist elvégezve a kontrollterület és a kezelt terület mintáinak átlaga között a különbség szignifikánsnak tekinthető.



10.ábra: Az egy darab növényre jutó levélszám a levett minta átlagában

Forrás: Saját szerkesztés

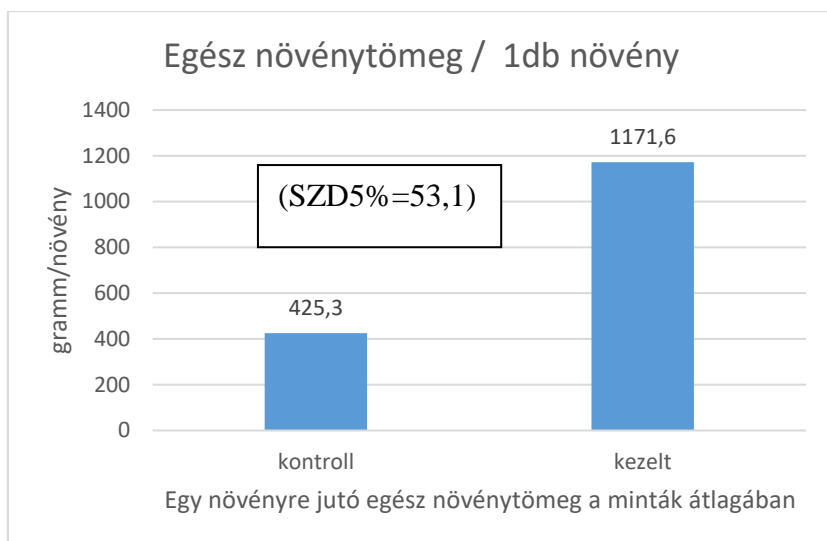


11. ábra: 1 hektárra jutó levélszám az egy növényre jutó átlag és a vetett tőszám alapján

Forrás: Saját szerkesztés

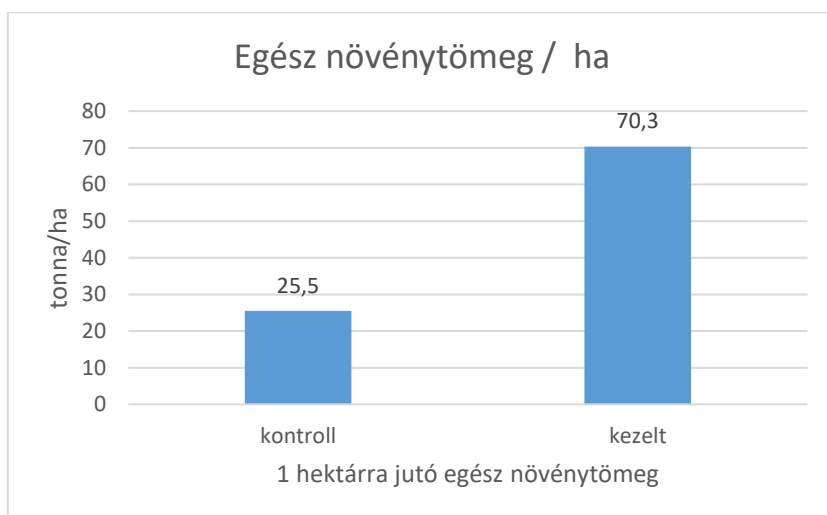
Egész növénytömeg

Egy növény átlagosan 425,3 gramm nehéz volt a kontrollterületről begyűjtött minták esetén, míg a kezelt minták átlagát véve egy növény 1171,6 grammot nyomott (12. ábra). Az 1 hektárra jutó egész növénytömeg a kontroll esetében 25,518 tonna, a kezelt esetében 70,296 tonna (13. ábra). Az egytényezős varianciaanalízist elvégezve a kontrollterület és a kezelt terület mintáinak átlaga között a különbség szignifikánsnak tekinthető.



12. ábra: Az egy darab növényre jutó egész növénytömeg a levett minta átlagában

Forrás: Saját szerkesztés

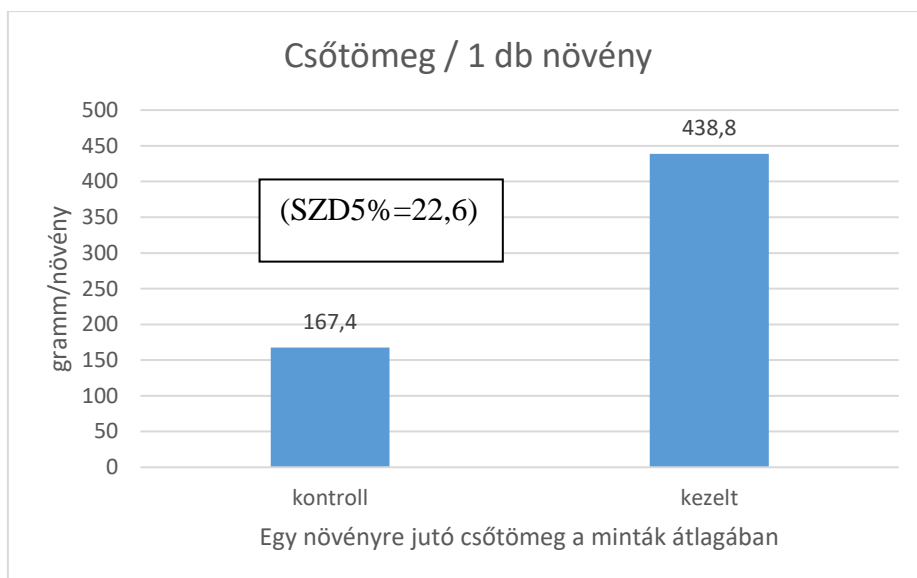


13. ábra: 1 hektárra jutó egész növénytömeg az egy növényre jutó átlag és a vetett tőszám alapján

Forrás: Saját szerkesztés

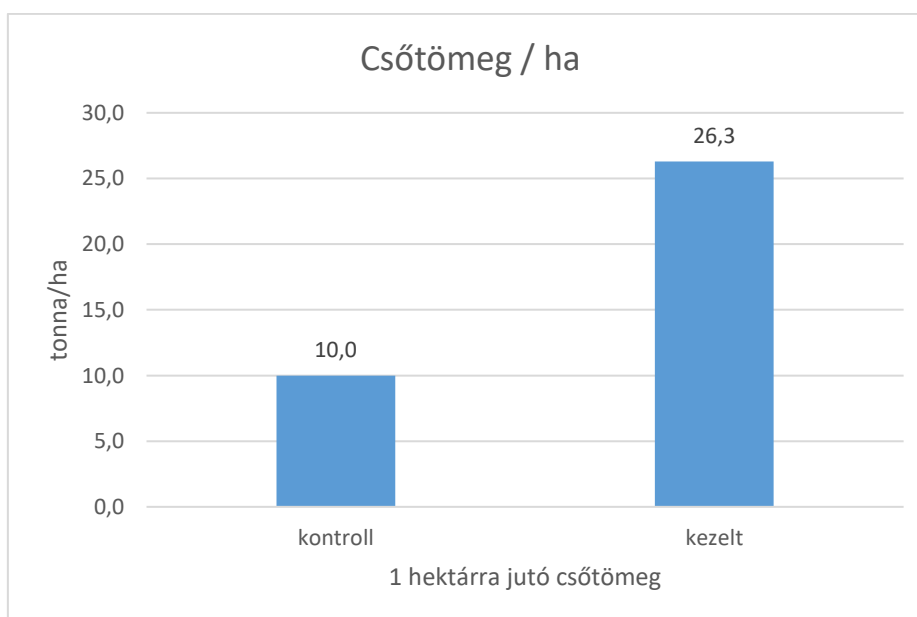
Csőtömeg

Egy növényen átlagosan 167,4 gramm csó volt található a kontroll területről begyűjtött minták esetén, míg a kezelt minták átlagát véve egy növényen 438,8 grammot nyomtak a csövek (14. ábra). Az 1 hektárra jutó csőtömeg a kontroll esetében 10,044 tonna, a kezelt esetében 26,328 tonna (15. ábra). Az egytényezős varianciaanalízist elvégezve a kontrollterület és a kezelt terület mintáinak átlaga között a különbség szignifikánsnak tekinthető.



14. ábra: Az egy darab növényre jutó csőtömeg a levett minta átlagában

Forrás: Saját szerkesztés

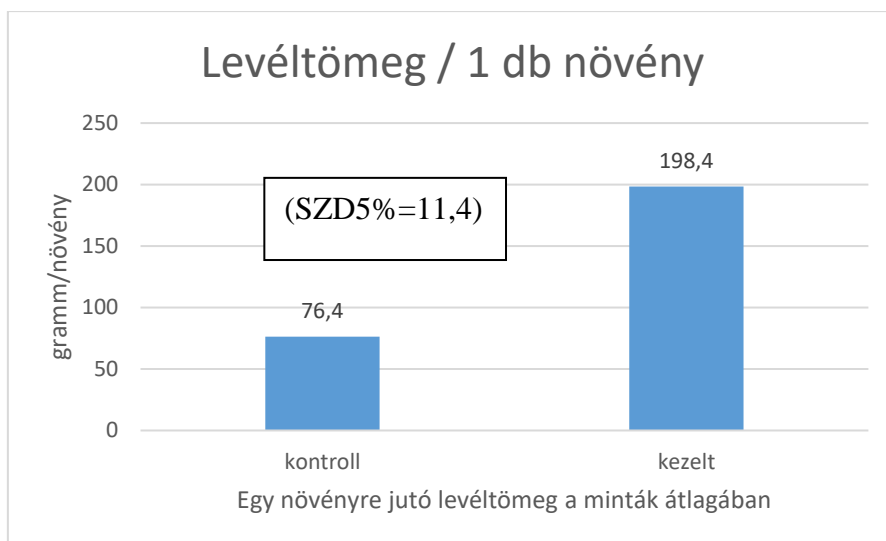


15. ábra: 1 hektárra jutó csőtömeg az egy növényre jutó átlag és a vetett tőszám alapján

Forrás: Saját szerkesztés

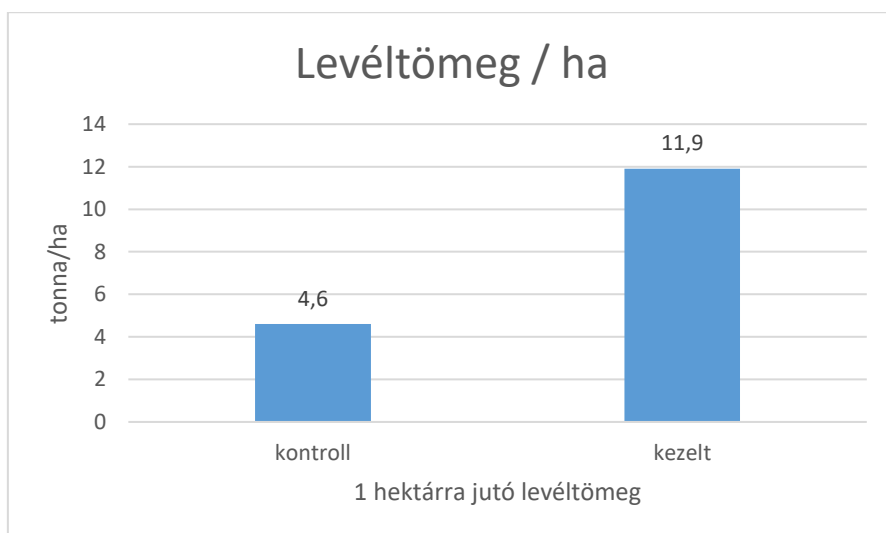
Levéltömeg

Egy növényen átlagosan 76,4 gramm levél volt található a kontroll területről begyűjtött minták esetén, míg a kezelt minták átlagát véve egy növényen 198,4 gramm levél volt (16. ábra). Az 1 hektárra jutó levéltömeg a kontroll esetében 4,584 tonna, a kezelt esetében 11,904 tonna (17. ábra). Az egytényezős varianciaanalízist elvégezve a kontroll terület és a kezelt terület mintáinak átlaga között a különbség szignifikánsnak tekinthető.



16. ábra: Az egy darab növényre jutó levéltömeg a levett minta átlagában

Forrás: Saját szerkesztés

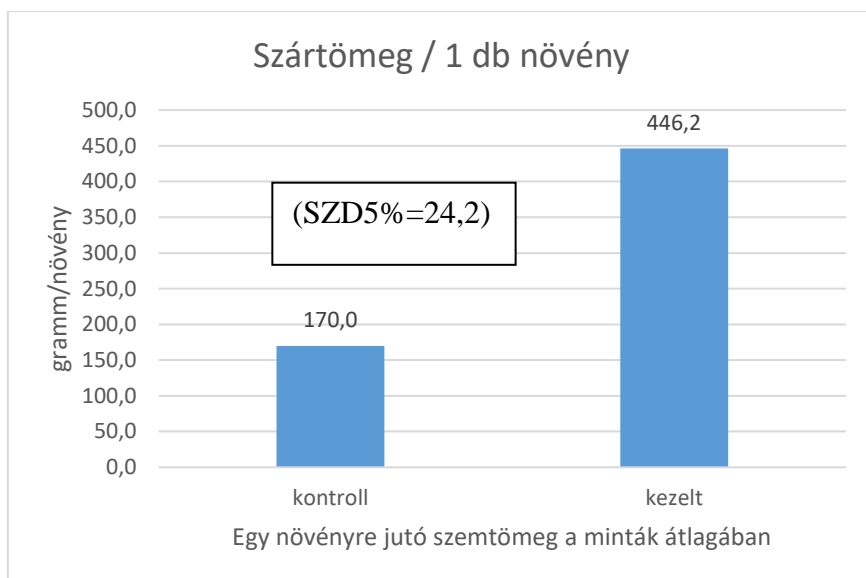


17. ábra: 1 hektárra jutó levéltömeg az egy növényre jutó átlag és a vetett tőszám alapján

Forrás: Saját szerkesztés

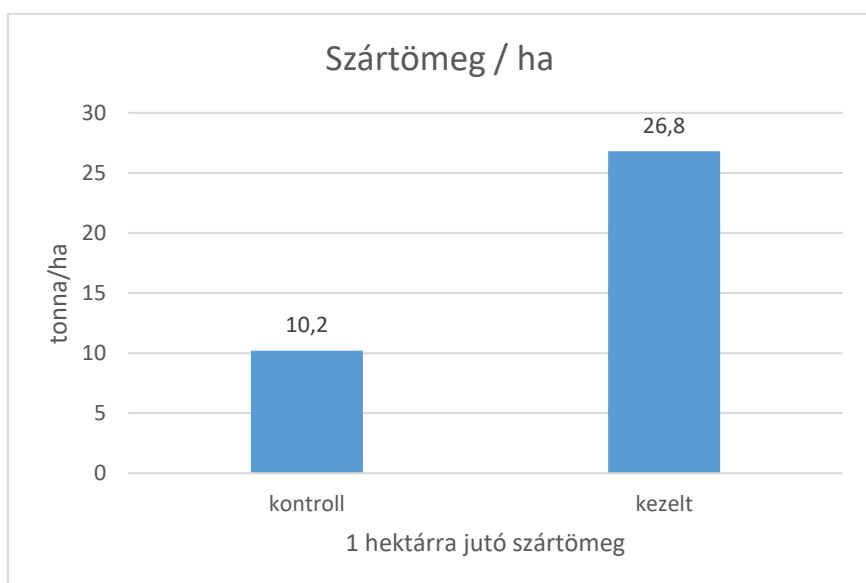
Szártömeg

Egy növény átlagos szártömege 170 gramm volt a kontroll területről begyűjtött minták esetén, míg a kezelt minták átlagát véve egy növény szártömege 446,2 gramm volt (18. ábra). Az 1 hektárra jutó szártömeg a kontroll esetében 10,2 tonna, a kezelt esetében 26,772 tonna (19. ábra). Az egytényezős varianciaanalízist elvégezve a kontroll terület és a kezelt terület mintáinak átlaga között a különbség szignifikánsnak tekinthető.



18. ábra: Az egy darab növényre jutó szártömeg a levett minta átlagában

Forrás: Saját szerkesztés

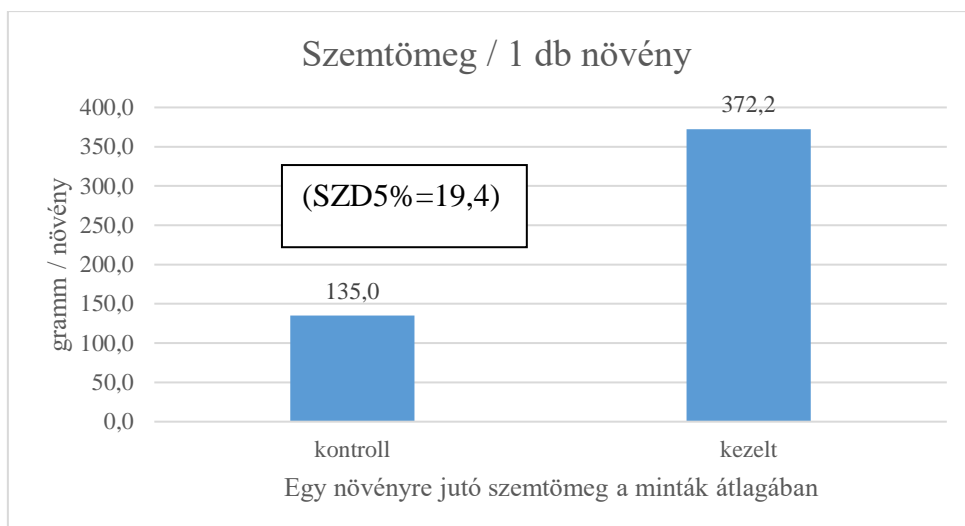


19. ábra: 1 hektárra jutó szártömeg az egy növényre jutó átlag és a vetett tőszám alapján

Forrás: Saját szerkesztés

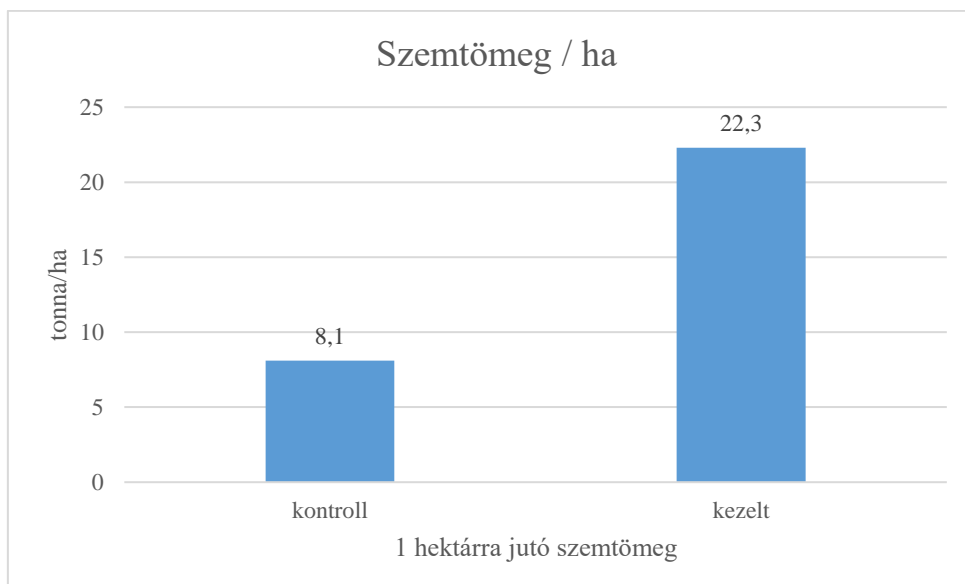
Szemtömeg

Egy növényen átlagosan 135 gramm szem volt található a kontroll területről begyűjtött minták esetén, míg a kezelt minták átlagát véve egy növényen 372,2 gramm szem volt (20. ábra). Az 1 hektárra jutó szemtömeg a kontroll esetében 8,1 tonna, a kezelt esetében 22,332 tonna (21. ábra). Az egytényezős varianciaanalízist elvégezve a kontroll terület és a kezelt terület mintáinak átlaga között a különbség szignifikánsnak tekinthető.



20. ábra: Az egy darab növényre jutó szemtömeg a levett minta átlagában

Forrás: Saját szerkesztés

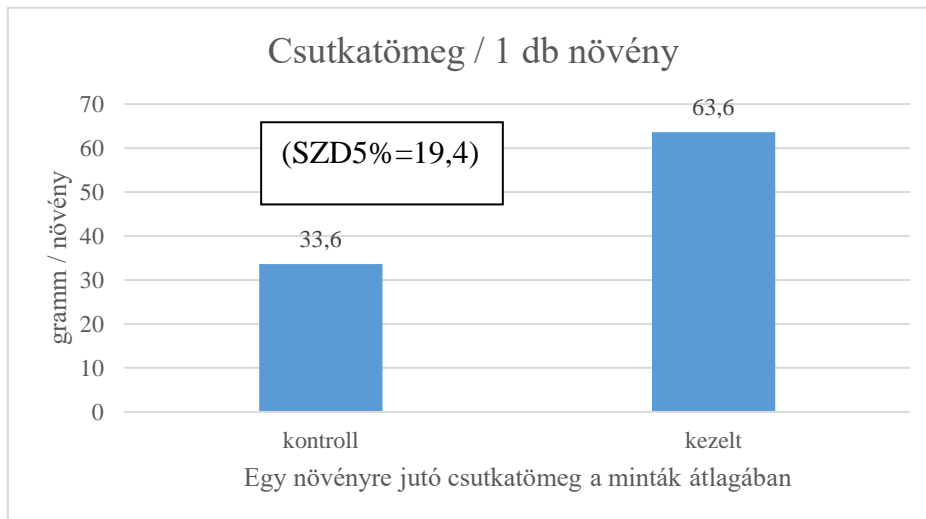


21. ábra: 1 hektárra jutó szemtömeg az egy növényre jutó átlag és a vetett tőszám alapján

Forrás: Saját szerkesztés

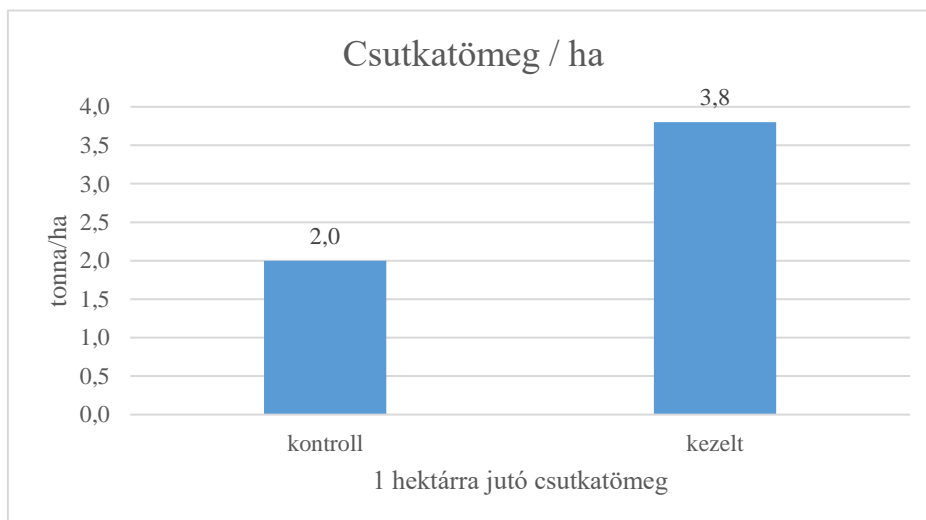
Csutkatömeg

Egy növényen átlagosan 33,6 gramm csutka volt található a kontroll területről begyűjtött minták esetén, míg a kezelt minták átlagát véve egy növényen 63,6 gramm csutka volt (22. ábra). Az 1 hektárra jutó csutkatömeg a kontroll esetében 2,016 tonna, a kezelt esetében 3,816 tonna (23. ábra). Az egytényezős varianciaanalízist elvégezve a kontroll terület és a kezelt terület mintáinak átlaga között a különbség szignifikánsnak tekinthető.



22. ábra: Az egy darab növényre jutó csutkatömeg a levett minta átlagában

Forrás: Saját szerkesztés



23. ábra: 1 hektárra jutó csutkatömeg az egy növényre jutó átlag és a vetett tőszám alapján

Forrás: Saját szerkesztés

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elvégzett kísérlet során már a táblán szemmel láthatóan észre lehetett venni, hogy mekkora jelentőséggel bír a makroelemek közül a nitrogén a terméshozamra. A kísérletben mért paraméterek eredményei már kézzel fogható eredmények, amik alátámasztják azt, amit már a táblán szemmel lehetett látni. Az első mért paraméter a levélszám volt, ahol akkora szembetűnő különbség nem figyelhető meg, mint az összes többi paraméter esetén. A kezelt területen átlagosan 1 darab levéllel fejlődött több, mint a kontrollterületen vetett növények esetén. Azonban a különbség már a grafikonon is szembeötlő a levéltömeg esetén, ahol a kontroll- és kezelt minták átlagát összehasonlítva a különbség majdnem háromszoros a kezelt terület javára. A szártömeget vizsgálva ugyanez a mérték figyelhető meg, hiszen a kontroll terület mintáinak átlaga 169 gramm volt, míg a kezelt terület mintáinak átlaga 445 gramm volt a szártömeget illetően egy darab növényre vonatkoztatva. Elmondható, hogy a nitrogénellátáson kívül minden más tényezőben megegyező kezelt terület a kontrollhoz képest átlagban majdnem háromszor akkora vegetatív tömeget produkált. A megfelelő vegetatív fejlődés meghatározó tényezője a sikeres reprodukív szakasznak, így a végső szemtermés mennyiségnek.

A csőtömeget és a szentömeget vizsgálva az eredmények alapján szintén az állapítható meg, hogy a kezelt területen megközelítőleg háromszor akkora csőtömeg és szentömeg képződött, mint a kontrollterületen, ahol a nitrogént megvontuk. Végül az egész növénytömeget vizsgálva, ami a vegetatív tömegből és csőtömegből adódik össze, szintén az mondható el, hogy majdnem háromszoros az eltérés. A kontroll területen átlagban 425 grammot nyomot egy kukoricánövény, míg a kezelt területen ez a szám 1171 gramm volt.

A kísérlet során a szakirodalmakra támaszkodva a kijuttatandó nitrogénhatóanyag-dózist próbáltam úgy meghatározni, hogy a megállapított dózis nem csak a nitrogén makroelem hatását szemléltesse a növények fejlődésére, hanem a körülményeket figyelembe véve a leggazdaságosabb legyen. Gazdaságosság szempontjából az optimális nitrogénhatóanyag-mennyiséget adott növény esetén rengeteg tényező határozza meg, mint az időjárás és a gazdasági környezet különböző elemei, ezért nagyon fontos a folyamatos kísérletek beállítása és termelési évről termelési évre levonni a következtetéseket egy olyan fontos input anyag esetén, mint a nitrogén. A kísérletem gyenge termőhely kategóriájú talajon lett beállítva, öntözés mellett, egy olyan szélsőséges és hektikus termesztési időszakban, mint 2022 nyara, amit nagyon régen nem láttunk.

Az én kísérletemből levonva a következtetéseket el lehet mondani, hogy gyenge homoktalajon, öntözés mellett, $150\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ nitrogén hatóanyag kijuttatásával jelentős termésmennyiség-különbség alakult ki a kezelt tábla javára. A kísérletben beállított területen a következő feladatok lehetnek további olyan kísérletek, ahol több különböző nitrogénhatóanyag-szint mellett vizsgálánk meg azok hatását a termésmennyiségre, figyelembe véve azt, hogy melyik dózis mellett volt a leggazdaságosabb a termelésünk öntözött körülmények között.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A 21. század mezőgazdaságának egyszerre kell megfelelnie a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos elvárásoknak, miközben a lehető leghatékonyabb gazdálkodásra kell törekedniük a gazdálkodóknak, annak érdekében, hogy lépést tudjanak tartani a folyamatosan növekvő élelmiszerkereslettel, miközben a termőterületek nagysága folyamatosan csökken. Mindezt kell úgy kell végrehajtaniuk, hogy a termelés rentábilisen történjen. Minden ágazat számára elengedhetetlen a leghatékonyabb termelésre való törekvés a profitmaximalizálás érdekében, de ez külön kiemelhető egy olyan ágazatban, mint a tejtermelés, ahol rendkívüli szakértelem és fegyelem szükséges a jövedelmező termeléshez. A tömegtakarmány bázis és TMR egyik, ha nem legmeghatározóbb eleme a kukoricaszilázs, amelynek a termésmennyisége és a minősége döntő hatással van a tejtermelés sikerességére.

A nitrogén a világon az egyik legnagyobb mennyiségben felhasznált inputanyag a mezőgazdaságban. A talajban lezajló folyamatoktól kezdve az időjárási viszonyokon át a növényig, rendkívül sok tényező határozza meg a hasznosulásának mértékét és ezáltal az adott termelési körülmények között folytatott, adott növény számára a sikeres termesztéshez szükséges hatóanyag mennyiséget is. A nitrogénkimosódás környezetre mért káros hatása egyértelműen le van írva és meg van határozva a szakirodalmakban. A felelősségteljes mezőgazdálkodás fontos részét kell képeznie a jövőben a kijuttatni kívánt nitrogénhatóanyag-mennyiség pontos és környezettudatos meghatározása amellet, hogy a legjövedelmezőbb termelési szintet biztosítsa a gazdálkodók számára.

A diplomadolgozatom elkészítése során arra kerestem a választ, hogy a gazdaságunkban beállított kísérletben az adott termelési körülmények között a szakirodalmakra támszkodva meghatározott leggazdaságosabb nitrogénhatóanyag-mennyiség mekkora terméskülönbséget okoz a nitrogénnel kezeletlen kontrolltáblához képest. Továbbiakban értékeltem a silókukorica hazai helyzetét és a tejtermelésben betöltött szerepét, valamint a minőségére ható főbb tényezőket. Az elvégzett kísérletből kapott eredmények alapján jól látható, hogy a nitrogén termésmennyiségre gyakorolt hatását miért a termésmennyiség legmeghatározóbb elemének írják le a szakirodalmakban.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönetet szeretnék mondani témavezetőmnek Dr. Mikó Pál egyetemi docensnek, aki elvállalta, hogy a témavezetőm lesz. Segítsége nélkül nem jöhetett volna létre a diplomadolgozatom. Hálával tartozom neki, amiért bármikor fordulhattam hozzá segítségért és iránymutatásért.

Hálásan köszönöm a dolgozatom írásában, javításaiban nyújtott segítséget és a tanácsokat!

8. FELHASZNÁLT FORRÁSOK

- Ahmad, S., R. Ahmad, M.Y. Ashraf, M. Ashraf & E.A. Waraich, (2009): Sunflower (*Helianthus annuus*L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. *Pak. J. Botany*, 41(2): 647-654.p.
- Antal, J. (1999): A szántóföldi növények tápanyag-ellátásának kiszámítása. Szemes kukorica. In: Füleky Gy. (szerk.): Tápanyag-gazdálkodás. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 317–319.p.
- Antal, J., et al. (2005): Növénytermesztés 1. Budapest: Mezőgazda Kiadó. Forrás: <https://docplayer.hu/15242276-Novenytermesztestan-1.html> megtekintve:2023.03.12.
- Bal, M. A., et al. (2016): Impact of the Maturity of Corn for Use as Silage in the Diets of Dairy Cows on Intake, Digestion, and Milk Production. Forrás: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2016/09/1-s2.0-S0022030297762027-main.pdf> megtekintve:2023.03.11.
- Berzsenyi, Z. (2012): Kukorica In: Radics L. (szerk.): Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés 2. Agroinform Kiadó. 11-101.
- Billen, G., Beusen, A., Bouwman, L. & Garnier, J. (2010): Anthropogenic nitrogen autotrophy and heterotrophy of the world's watersheds: past, present, and future trends. *Glob. Biogeochem. Cycles* 24, 12.p.
- BLAIR, A. W., A~D McLeAN, It. C. (1916): The Influence of Lime on the Yield and Nitrogen Content of Corn. *Soil Sci.*, 1: 489.p.
- Bocz, E. (1976). Trágyázási útmutató. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.
- Bocz, E., Kováts, A., Ruzsányi, L., & Szabó, M. (1996). Kukorica In: Bocz E. (szerk.) Szántóföldi növénytermesztés. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 362-394.p.
- Bueno, J. L., et al. (2020): Storage length interacts with maturity to affect nutrient availability in unprocessed flint corn silage. Forrás: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/FBJqGBmnDngGZkcXRSKLPjt/?lang=en&format=pdf> megtekintve:2023.03.17.
- Braman, W. L. & Kurtz, J. E (2015): Effect on corn silage kernel processing score on dairy starch digestibility. Proceeding book of XVII. International Silage Conference, 2015.július 1-3., Brazília, Piracicaba, 160-161. p
- Cambouris, A. N., Ziadi, N., Perron, I., Alotaibi, K. D., Luce, St.M., Tremblay, N., et al. (2016): Corn yield components response to nitrogen fertilizer as a function of soil texture. *Can. J. Soil Sci.* 96 (4), 386–399.p.
- Ching, P. C., & Barber, S. A. (1979). Evaluation of temperature effects on K uptake by corn. *Agronomy Journal*, 71, 1040–1044.p.
- Csathó, P., Lásztity, B., & Sarkadi, J. (1991): Az „évjárat” hatása a kukorica termésére és terméselemeire P-műtrágyázási tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 40.4, 339–353.p.
- Junges, D., Daniel, J. L. P., Fernandes, J., Nussio, L.G. (2015): Prolonged storage period increases the starch degradability of flint corn silage. XVII. Nemzetközi Silózási Konf., 2015. július 1-3., Brazília, Piracicaba, 302-303 p.
- Duley, F. L., & Miller, M. F. (1921): The Effect of a Varying Supply of Nutrients Upon tile Character and Composition of the Maize Plant at Different Periods of Growth. *Mo. Agr. Expt. Sta., Research Bull.* 42.

- Dong, T., J. Li, Y. Zhang, H. Korpelainen, U. Niinemets & C. Li, (2015): Partial shading of lateral branches affects growth, and foliage nitrogen-and water-use efficiencies in the conifer *Cunninghamialanceolata* growing in a warm monsoon climate. *Tree physiology*
- Geisseler, D., P.A. Lazicki, G.S. Pettygrove, B. Ludwig, P.A. Bachand & W.R. Horwath. (2012): Nitrogen dynamics in irrigated forage systems fertilized with liquid dairy manure. *Agronomy Journal*, 104(4), 897-907.p. Forrás: <https://corn.ucanr.edu/files/216462.pdf> meglekintve:2023.03.10.
- Harshbarger, K. E., et al. THE YIELD AND PROTEIN CONTENT OF SILAGE CORN AS INFLUENCED BY FERTILIZATION. Forrás: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(54\)91356-9/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(54)91356-9/pdf) meglekintve:2023.03.18.
- Hoffman, P. C., et al. (2003): The Effect of Maturity on NDF Digestibility. Forrás: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/MaturityNDF-FOF.pdf> meglekintve:2023.03.19.
- Hoffman, P. C., et al. (2014): Harvesting & Feeding Guidelines for Corn at Various Stages of Maturity. Forrás: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/Harvestin-Feeding-Guidelines-for-Corn.pdf> meglekintve:2023.03.20.
- Hoffmann, R. (2018): A kukorica trágyázása. Forrás: <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapanyag-utanpotlas/a-kukorica-tragyazasa/> meglekintve:2023.03.19.
- http1:<https://extension.missouri.edu/publications/g4590> meglekintve:2023.03.12
- http2:<https://haszon.hu/kukorica-cirok-buza> meglekintve:2023.03.12
- http3:<https://dairy-cattle.extension.org/starch-digestibility-of-corn-silage-and-grain/> meglekintve:2023.03.14
- http4:<http://corn.agronomy.wisc.edu/Silage/S006.aspx> meglekintve:2023.03.15
- http5:https://www.dekalb.hu/documents/131312/559784/Kuk_+betak_idozites+%28I%290912+%28I%29.pdf/51bf790-fc26-440a-85d6-ffe36ee3cb4c meglekintve:2023.03.15
- http6:https://www.researchgate.net/publication/309487838_Effect_of_Storage_Length_on_the_Maize_Starch_Degradability meglekintve:2023.03.16
- http7:<https://extension.psu.edu/dairy-sense-corn-silage-kernel-processing-fact-or-fiction> meglekintve:2023.03.12
- http8:<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/mezogazdasag/novenyi-eredetu-nyersanyagok-elollitasi-folyamata/a-vetomag-tulajdonsagai/ezermagtomeg> meglekintve:2023.03.18
- http9:<https://agrargazat.hu/hir/a-kukorica-viragzasi-idejenek-szerepe-a-kockazatkzezesben/> meglekintve:2023.03.17
- http10:<https://www.kws.com/hu/hu/konzultacio/a-kukorica-vetesi-ideje/> meglekintve:2023.03.20
- http11:https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/8537/11_Gabonaoevenyek_termesztese.pdf?sequence=11&isAllowed=y meglekintve:2023.03.21
- http12:<https://www.corteva.hu/agronomiai-kozpont/A-kukorica-vizgazdalkodasa.html> meglekintve:2023.03.25
- http13:<https://hirosagraria.hu/hogyan-javithatjuk-nitrogen-mutragya-hasznosulasat/> meglekintve:2023.03.15
- http14:<https://crops.extension.iastate.edu/blog/sotirios-archontoulis/soil-nitrogen-benchmark-april-19-2021> meglekintve:2023.03.12
- http15:<https://www.extension.iastate.edu/ag/crops-and-soil-resources> meglekintve:2023.03.16
- http16:<https://hu.wikipedia.org/wiki/Fels%C5%91lajos> meglekintve:2023.03.17
- http17:<https://www.aki.gov.hu/termek/tajekoztato-jelentes-az-oszi-mezogazdasagi-munkakrol-2023-oktober-8-i-operativ-jelentesek-alapjan/> meglekintve:2023.11.03

- Huibregtse, A., et al. (2014): Opportunities to Improve Starch Digestibility on Dairy Farms. Forrás: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/ImproveStarchDigestibility.pdf> megtekintve:2023.03.22.
- Huzsvai, L., & Nagy, J. (2003): A tápanyagvisszapótlás és az öntözés hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. In Nagy (szerk.): Kukorica hibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása. Debrecen: Mezőgazdaságtudományi Kukoricakonzorcium. 79-92.p.
- Geiger C. (2023): Will U.S. dairy enter a „Golden Era”? Forrás: <https://hoards.com/article-33131-will-us-dairy-enter-a-golden-era.html?fbclid=IwAR01G5x2rzCLgdyuB0HIQMIRh0u088Z3xsiJxEw915m21xTYkELnaFOTcIU> megtekintve:2023.03.18.
- Jeranyama, P., Garcia, A. D. (2004): Understanding Relative Feed Value (RFV) and Relative Forage Quality (RFQ). Forrás: https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1351&context=extension_ext_ra&fbclid=IwAR2X0RT4kPhUHypjYRY2hgZmip6ySjRZJotlMKKTAtptadQo7GizMdvKxE8 megtekintve:2023.03.25.
- Johnson, L., Harrison, J. H., Hunt, C., Shinnors, K., Doggett, C. G., Sapienza, D. (1999): Nutritive Value of Corn Silage as Affected by Maturity and Mechanical Processing: A Contemporary Review. Forrás: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(99\)75540-2/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(99)75540-2/pdf) megtekintve:2023.03.22.
- Kaiser, E. D., et al. (2022): Fertilizing Corn in Minnesota. Forrás: <https://drive.google.com/file/d/1f3-BrF4bD5EMu4pq4ofCQXUbgzxeTwy/view> megtekintve:2023.03.12.
- Kiss, E. (2014): A kukorica fejlődési fázisai - környezeti, agrotechnikai igények, és a beavatkozások lehetőségei. Forrás: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2012/02/szantofold/a-kukorica-fejlodesi-fazisai-kornyezeti-agrotechnikai-igenyek-es-a-beavatkozások-lehetosegei> megtekintve:2023.03.11.
- Leghari, S. H. et al. (2016): Role of Nitrogen for Plant Growth and Development: A review. *Advances in Environmental Biology* 10(9): 209–219. Forrás: https://www.researchgate.net/publication/309704090_Role_of_Nitrogen_for_Plant_Growth_and_Development_A_review megtekintve:2023.03.02.
- Lieber, L. –T. (1939): Mais. *Zea mays* In: Roemer-Rudorf: Handbuch der Pflanzenzüchtung. II. Paul Parey: Berlin. 74–119.p.
- Loch, J. & Kiss, Sz. (2014): Agrokémia. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó. Forrás: <https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/42071d60-a6c4-41e2-bb27-83328da31d0c/content> megtekintve:2023.03.08.
- Massignam, A.M., S.C. Chapman, G.L. Hammer & S. Fukai, (2009): Physiological determinants of maize and sunflower achene yield as affected by nitrogen supply. *Field Crops Research*, 113: 256-267.p.
- Menyhért, Z. (1979): Kukoricáról a termelőknek. Mezőgazdasági kiadó: Budapest.
- Menyhért, Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Budapest: Mezőgazdasági kiadó.
- Morris, T. F., et al. (2018): Strengths and Limitations of Nitrogen Rate Recommendations for Corn and Opportunities for Improvement. Forrás: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj2017.02.0112> megtekintve:2023.03.09.

- Mueller, N. D., et al. (2012): Closing yield gaps through nutrient and water management. Forrás: <https://www.nature.com/articles/nature11420> megtekintve:2023.03.11.
- Nagy, J. (2005): 30 év a kukoricakutatás és fejlesztés szolgálatában In: Nagy J. (szerk.): Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága. Debrecen: Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. 8-53.p.
- Nagy, J., & Sárvári, M. (2005): Kukorica In: Jolánkai M. (szerk.): A növénytermesztés alapjai. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 301-319.p.
- Nagy, J. (2007): Kukoricatermesztés - Élelmiszer - bioenergia - takarmány. Budapest: Akadémiai Kiadó. 42-276.p.
- Nagy, J. (2021): Kukorica, A nemzet aranya-Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Budapest: Szaktudás Kiadó. 34-40.p.
- Newbold J.R., Lewis E.A., Lavrijssen J., Brand H.J., Vedder H. & Baker J., (2006): Effect of storage time on ruminal starch degradability in corn silage. J. Dairy Sci. 89 (Suppl. 1): 190.p.
- Omara, P., Aula, L., Oyebiyi, F., & Raun, W. R. (2019): World cereal nitrogen use efficiency trends: review and current knowledge. *Agrosyst. Geosci. Environ.* 2 (1), 1–8.p. Forrás: https://www.researchgate.net/publication/333912348_World_Cereal_Nitrogen_Use_Efficiency_Trends_Review_and_Current_Knowledge megtekintve:2023.03.13.
- Orosz, Sz., Dégen, L. (2013): Az érési állapot, valamint a szemroppantás szerepe a tejelő tehén keményítő-ellátásában és a kukoricaszilázs tényleges laktációs nettóenergia-tartalmában. Forrás: <http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Eresiallapot.pdf> megtekintve:2023.03.18.
- Orosz, Sz. (2014): A silókukorica érési állapotának hatása a gazdaság következő évi tejtermelésére. Forrás: http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Silokukorica_201406.pdf megtekintve:2023.03.23.
- Orosz, Sz. (2015a): A hosszabb tárolási idő javítja a keményítő emészthetőségét a kukoricaszilázsban. Forrás: http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/kemenyito_201512.pdf megtekintve:2023.03.21.
- Orosz, Sz. (2015b): A bélsár keményítőtartalma és a kukoricaszilázs szemroppantottsága közötti összefüggés. Forrás: http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/kemenyito_201507.pdf megtekintve:2023.03.17.
- Orosz, Sz. (2016a): A tárolási idő hatása a kukoricaszilázs keményítőemészthetőségére. Forrás: http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/kemenyito_201610.pdf megtekintve:2023.03.11.
- Orosz, Sz. (2016b): Több lábón állás: a biztonságos tömegtakarmány-bázis. Forrás: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2016/02/takarmanyozas/tobb-labon-allas-a-biztonsagos-tomegtakarmany-bazis> megtekintve:2023.03.23.
- Orosz, Sz. (2018): Tennivalóink, ha gyenge a kukorica hozam és kevés a keményítő. Forrás: <http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Tennivalok2108.pdf> megtekintve:2023.03.14.
- Orosz, Sz. (2019): Kukoricaszilázsaink 2019. Forrás: <http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Kukorica2019.pdf> megtekintve:2023.03.14.
- Orosz, Sz. (2020): Mit tegyünk, ha keményítőhiányos lett a kukoricaszilázsunk 2020-ban? Forrás: http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Kemenyitohiany_2008.pdf megtekintve:2023.03.28.
- Orosz, Sz. (2021): Gondolatok az emészthető keményítőről. Forrás: http://static.atkft.hu/Cikkek/Takarmany/Emkem_2106.pdf megtekintve:2023.03.27.
- Pirschle, K., (1931): Nitrate und Ammoniumsälze als N-Quellen für höhere Pflanzen bei konstanter H-Ionenkonzentration. *Planta* 14, 583–676.p.

- Radics, L., Borsos, J., Szemán, L., Pusztai, P., & Tomposné, L. V. (1994). Szántóföldi növénytermesztés. In Radics L. (szerk.): Budapest: Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Kertészeti Kar. Forrás: <https://docplayer.hu/3171346-Szantofoldinovenytermesztestan.html>
- Rafiq, M.A., A. Ali, M.A. Malik and M. Hussain, (2010): Effect of fertilizer levels and plant densities on yield and protein contents of autumn planted maize. *Pak. J. Agri. Science*, 47: 201-208.p.
- Rafiq, M.A., A. Ali, M.A. Malik and M. Hussain, (2010): Effect of fertilizer levels and plant densities on yield and protein contents of autumn planted maize. *Pak. J. Agri. Science*, 47: 201-208.p.
- Rankin, M. (2021): Improve alfalfa quality: assess your leaf loss. Forrás: https://hayandforage.com/article-3690-Improve-alfalfa-quality-assess-your-leaf-loss-clearcache.html?fbclid=IwAR24uqDmx-oG0nAFGYoCiuje2lmQQG_fY8QzLP0i53-q_z0ZQBtcNA3j_R8 meglejtve:2023.03.23.
- Rankin, M., et al. (2022): Corn silage is a feed without a home. Forrás: : <https://www.hayandforage.com/article-4021-corn-silage-is-a-feed-without-a-home.html> meglejtve:2023.03.26.
- Raza, S., Zamanian, K., Ullah, S., Kuzyakov, Y., Virto, I., Zhou, J., et al. (2021): Inorganic carbon losses by soil acidification jeopardize global efforts on carbon sequestration and climate change mitigation. *J. Clean. Prod.* 315.p.
- Raza S., Farmaha, B. S. (2022): Contrasting corn yield responses to nitrogen fertilization in southeast coastal plain soils. Forrás: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.955142/full#B47> meglejtve:2023.03.24.
- Russell, J. R. (1986): Influence of harvest date on the nutritive value and ensiling characteristics of maize stover. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14:11–27.p.
- Stone, K. C., Camp, C. R., Sadler, E. J., Evans, D. E. & Millen, J. A. (2010): Corn yield response to nitrogen fertilizer and irrigation in the southeastern coastal plain. *Appl. Eng. Agric.* 26 (3), 429–438.p.
- Sullivan, M. D., et al. (2021): Silage Corn Nutrient Management Guide for Western Oregon. Forrás: <https://extension.oregonstate.edu/pub/em-8978> meglejtve:2023.03.19.
- Surányi, J. (1957): A kukorica és termesztése. Budapest: Akadémia Kiadó.
- Tóth, T., Tóthi R. (2017): A tejelő tehének keményítő hasznosításának javítása exogén enzimkészítmény segítségével. Forrás: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2017/02/allattenyesztes/a-tejelo-tehenek-kemenyito-hasznositasanak-javitasa-exogen-enzimkeszitmeny-segitsegevel> meglejtve:2023.03.13.
- Tremblay, N., Bouroubi, Y. M., Bélec, C., Mullen, R. W., Kitchen, N. R., Thomason, W. E., et al. (2012): Corn response to nitrogen is influenced by soil texture and weather. *Agron. J.* 104, 1658–1671.p.
- Ullah, M.A., M. Anwar and A.S. Rana, (2010): Effect of nitrogen fertilization and harvesting intervals on the yield and forage quality of elephant grass (*Pennisetum purpureum*L.) under mesic climate of Pothowar plateau. *Pak. J. Agri. Science*, 47: 231-234.p.
- Van Vliet, J., J. J. Heeres-van der Toi, & M. C. Blok. (1994): Revision of energy and protein requirements for beef bulls (In Dutch). CVB-documentatierapport nr. 11. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, the Netherlands.

Ward R.T., De Ondarza M.B. (2008). Effect of month of sample submittal on corn silage nutrient fractions, starch availability, NDF digestibility, and fermentation profiles measured at a commercial forage-testing laboratory. *J. Dairy Sci.*, 91 (Suppl.): 1-30.p.

Yan, M., Pan, G., Lavalley, J. M., and Conant, R. T. (2020): Rethinking sources of nitrogen to cereal crops. *Glob. Chang. Biol.* 26, 191–199.p.

9. NYILATKOZAT

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: JÁSZGULYÁS ATTILA
A Hallgató Neptun kódja: NTWQXD
A dolgozat címe: Különböző típusú anyag minitelték hatása a zöldségekben
A megjelenés éve: 2023 termés mennyiségéről és minőségéről és a mérleg betöltési napja a t. munka lekezeséről
A konzulens intézetének neve: NÖVÉNYTERMESZTÉSI-TUDOMÁNYOK INTÉZET
A konzulens tanszékének a neve: AGRONÓMIA TANSZÉK

Kijelentem, 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.

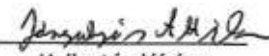
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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 06 nap


Hallgató aláírása

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat
III. Hallgatói Követelményrendszer
III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat
6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója
4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

JÁSZÓLYÁS ATTILA (név) (hallgató Neptun azonosítója: NTWQXD)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ 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 javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: 2023 év november hó 6 nap


belső konzulens