

SZAKDOLGOZAT

**Lukács László
MGFSZ**

**MATE Georgikon Campus
2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus
Mezőgazdasági Felsőoktatási Szakképzés

NITROGÉN MŰTRÁGYA HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA
NÉGYFÉLE KUKORICA-GENOTÍPUS PRODUKCIÓJÁRA TARTAMKÍSÉRLETBEN

Konzulens:

Dr.Tóth Zoltán

Egyetemi docens

Készítette:

Lukács László

wxypfy

nappali

NÖVÉNYTERMESZTÉSI-TUDOMÁNYOK INTÉZET AGRONÓMIA TANSZÉK

Keszthely

2023

Tartalomjegyzék

1.Bevezetés és célkitűzés.....	4
2.1. A kukorica származása, elterjedése.....	6
2.2. Kukorica morfológiai leírása.....	7
2.3. A kukorica egyedfejlődése, fenológiai fázisai.....	8
2.4 A kukorica ökológiai igénye.....	11
2.5. A kukorica termesztési technológiája.....	13
2.6 Növényápolás.....	18
3.Anyag és módszer.....	28
4. Vizsgálati eredmények és értékelésük.....	36
4.1.Vizsgálati módszerek és kivitelezésük.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.3.A adatfeldolgozás módszere.....	36
4.4.Júniusi mintavétel eredményei.....	36
5. Következtetések, javaslatok.....	46
6.Összefoglalás.....	47
7.A szakirodalom jegyzéke.....	48

1.Bevezetés és célkitűzés

Amerika felfedezésekor az Újvilág ősi népeinek, az indiánoknak egyik legfontosabb növénye a kukorica volt. Hozzánk Olaszországon és Törökországon át jutott el, termesztéséhez hazánkban már a XVI. század végén és a XVII. század elején hozzáfogtak. (Láng ,1976). Zala megyében a legrégebbi levéltári adatok Kanizsáról az 1689-es esztendőből származnak. (Győrffy , I'só, & Bölöni,1965).

A kukorica világgazdasági jelentőségét jól mutatja, hogy - az őszi búzával párban- folyamatosan a legnagyobb területen termesztett növény. A kukorica termőterületek és a termésátlagok növekedése az elmúlt évtizedekben nagy arányú. (Győrffy , I'só, & Bölöni1965)ez a számok nyelvén: a világ kukoricatermelése 1990-ben 484 millió tonna volt, amely 2018-ra 1147 tonnára emelkedett, ez a gabonafélék között a legdinamikusabb,az élelmezésében betöltött alapvető szerepe,termelésének gyors ütemű növekedése miatt a világ egyik legfontosabb kultúrnövényévé vált. (Nagy 2021).

Felhasználása sokrétű, mind a fő,mind a mellékterméké, -állati tömegtakarmány,szemtermése keményítőben gazdag, jelentős mennyiségű zsírt és cukrot tartalmaz,ezért legfontosabb hízaló takarmány. Fejlődő országokban jelentős mértékű az emberi táplálkozásban való hasznosítása. Bioetanol előállítása mellett vegyipari, gyógyszeripari,alkoholipari alapanyagként is világszerte vezető szerepe megkérdőjelezhetetlen, a kukoricából előállítható termékek száma négyezerre tehető. (Nagy 2021)

Hazánk klimatikus adottságai szerint a kukoricatermesztés északi határán fekszik (bár ez a terület egyre északabbra húzódik) a termőhelyigényét tekintve melegigényes, legkedvezőbbek számára azok a helyek, ahol a júliusi-augusztusi átlaghőmérséklet nappal 21-26 C, az átlagos éjjeli hőmérséklet 9 feletti, az összefüggően fagymentes napok száma 140 feletti. Kukoricatermesztésünk az ország önellátását fedezi, nemzetgazdasági jelentőségét a minden évben változó mennyiségű export adja, amely a 2021-es évben megközelítőleg 3,4 millió tonnát tett ki. A világ népességének növekedése,a klímaváltozás külön-külön is nagy kihívást jelent mezőgazdaságunk számára. A szélsőséges időjárási jelenségek számának várható növekedése miatt ellenálló kukorica genotípusok fejlesztése világszerte folyamatos. Ezen fajták ökológiai,talaj és környezeti igényeit kihasználva terméseredményeiket igyekeznek maximalizálni a gazdálkodók. Azonban ezt csak úgy tudják elérni,ha az adott fajták igényeit minél pontosabban ismerik. Tartamkísérletekkel lehet a legjobban összehasonlítani,kiaknázni ezeket az adottságokat. Hazánkban évtizedes hagyománya van a tartamkísérleteknek,ezek közül is az egyik legpatinásabb a Georgikon Campus félévszázados történetre visszatekintő kísérletei.

A dolgozatban szabadföldön beállított négy genotípusos tartam kísérlettel- illetve annak laboratóriumi eredményei segítségével- a N-műtrágya hatását, feltáródását a növényre és a környezetre gyakorolt hatását vizsgáltuk.

2.1. A kukorica származása, elterjedése

A kukorica származásához, eredetéhez számtalan feltételezés kapcsolódik. Egy dologban biztosak a kutatók, őshazája Amerika, abban azonban nem jutottak egyetértésre, hogy a kontinens középső vagy déli része tekinthető-e származási helyének. A legújabb kutatások amellet szólnak, hogy az eredeti hely Peruban volt, és Közép-Amerika (Mexikó és Guatemala) csak másodlagos termesztési helynek (kulturcentrumnak) tekinthető. (Győrffy, I'só, & Bölöni, 1965). Annyi bizonyos, hogy a mayák, az aztékok, inkák és az ősi indiai törzsek mind ismerték és termesztették, vallásos áhítattal tekintettek a növényre, ünnepeket tartottak, vetéskor, termékenyüléskor és betakarításkor. Érdekesség, hogy a vetés idejét a nap állásától, a hold fázisától és a fás növények fejlettségi állapota alapján határozták meg, az ősi termelésre jellemző a kukorica feltöltése, két láb magasság elérése után. (Győrffy, I'só, & Bölöni, 1965). Kolumbusz 1492. november 5.-én említi a kukoricát, röviddel később Európában is felbukkan. Először dísznövényként tartották, szántóföldi termesztése csak a XVII. században kezdődött.

Feltehetőleg hazánkba délkelet felől a balkáni népek segítségével jutott el, erre utal a „tengeri” és a „törökbúza” elnevezés is. A silókukorica hazai története, a kukoricát szálatakarmánynak, csalamádénak először 1812-ben vetette Farkas Imre Nagyjókán, Órdódy szerint a csalamádé besavanyítása 1855-ben olyan sikeres, hogy hazánkban 3000 db-ból álló tehenészetet alapoztak, ezzel megelőztük a téli felhasználásban Európa összes országát.

1886-ban a magyaróvári akadémián Cserhádi csalamádékísérleteket végez, itt említik először hogy legjobb a csalamádét berakás előtt szecskázni. Kovátsits (1940) szerint 1887-ben kápolnásnyéki uradalomban Európa első toronyalakú silója állt, ide már szecskázva és tipratva került a takarmány. A századforduló után Felsőíregen Kemenes munkássága, kísérletei silógazdaság tengelyébe állították a silókukoricát, mellette Magyaróváron Kovátsits, Fügeden Manninger nemesítettek silókukorica fajtákat. Heterózis-tenyésztési munka először úttörője Fleischmann Rudolf növénynemesítő, ő 1933-'39 között alapozta meg a második világháború után Berzsényi-Janósi László és Pap Endre által méltán világhírűvé lett magyar kukoricafajtákat. (Surányi & Mándy). Az 1940-es években az összes vetésterület 20-25%-át teszi ki a tengeri. A kukoricacsalamádé jelentősége napjainkban csökkent, mindössze 600-700 hektár a hazai vetésterülete. A második világháború után a kukorica vetésterülete nőtt. A nemesítés állami tulajdonú telepeken, intézetekben indult meg. Szüksége is volt a termelőségvetkezeteknek a kiváló minőségű vetőmagra. Tervgazdálkodás a jellemző, annak minden hátrányával és számos előnyével is. Az alkalmazott tudományok és kutató-fejlesztő munka kiszámíthatóan, ütemesen fejlődött. A

kukorica termésátlagának növekedése az 1950-es években indult meg, és a '80-as évek közepéig tartott, ezekben az években átlag 7 millió tonna termett.

A rendszerváltás után, a termelőszövetkezeti rendszer összeomlásával, majd a tulajdonszerkezet teljes átalakulása után, az FM-hez tartozó nemesítő intézetek összevonása, megszüntetése után a nagy multinacionális cégek települtek hazánkba, (Sygenta, Dekalb) kiváló minőségű vetőmagot állítanak elő.

2.2. Kukorica morfológiai leírása

A kukorica (*Zea mays* L.) egy éves, egy szikű váltivarú és egylaki növény. A silókukorica morfológiája majdnem teljesen megegyezik a szemeskukoricáéval, azonban általában magasabbak, nagyobb zöldtömeget képesek fejleszteni, mint a szemes hibridek.

A pázsitfűfélékre jellemzően bojtos gyökérzete van, viszont eltérően alakul a gyökérzete a kalászos gabonákhoz képest. A bojtos gyökérzet elsődleges és másodlagos vagy más elnevezéssel járulékos gyökerekre tagolható. Az elsődleges gyökereket a csíra gyököcskéjéből fejlődő főgyökér, valamint a szik alatti szárrészből (hypocotyl) fejlődő mellégyökerek adják. Az elsődleges vagy alapgyökér a talaj mélyebb rétegei felé növekszik, 2 méternél mélyebbre is lehatolhatnak.

A mellégyökereket járulékos gyökereknek nevezzük, abban az esetben, ha a szikközépi szárból (mezocotyl) fejlődnek, továbbá a járulékos gyökerekhez soroljuk a földalatti szárcsomókból eredő gyökereket és a föld feletti náduszokból fejlődő támasztó gyökereket is (Győrfy , I'só, & Bölöni, 1965). A járulékos gyökerek a növény megtámasztásában és kisebb arányban a tápanyagfelvételben vesznek részt, ugyanakkor mélyre hatol és a téli félévben felhalmozódott víz felvételében is közreműködik. A harmat (lég- vagy támasztó) gyökerek a kukorica szárának a talajszinti csomóiból indulnak, általában a 2.-3. talajfelszíni csomó fejleszt harmatgyökeret, de bizonyos fajtáknál a 6-7.-nél is képződhetnek. A kukorica növény gyökérzetének kifejlődésére nagymértékben hatással vannak a környezeti tényezők, a talaj és meglepően erősen meghatározza a fajta. A hibrid fajtáknál-mint általában- nagyobb a szülőnövényhez képest a gyökérzet mérete. Kukoricaszár hengeres, erőteljes, merev, csomók által szártagokra osztódik, a szár normális körülmények között 1,8- 3,0 m közötti magasságú, 3-4 cm vastagságú, általában 14 internódiumot tartalmaz. (Menyhért, 1979) A szárhoz kapcsolódhat még mellék vagy fattyúhajtások, ez fajtajellemző, de csapadékos időjárásban, tápanyagban gazdag területen erre kevésbé fogékony fajták is nevelhetnek oldalhajtást. A szár átmérője alulról felfelé vékonyodik.

A szár jelentősen hozzájárul az asszimilációhoz. Silókukoricában a fattyúhajtások és a széles hosszú levelek növelik a zöldtömeget. A soklevelűség kiemelkedően emelheti a

szénhidráttartalmat. (Pepó, 2019). A kukorica levelei két szemközti sorban váltakoznak, három részre tagolható: 1.levélhüvely, 2.levéllemez, 3. nyelvcske, -(levélhüvely és a levéllemez érintkezésénél.)

A növény levélfelülete és szemnagysága között összefüggés van, ennek mutatószáma a LAI-index. Az asszimilációban a levelek más-más mértékben vesz részt, a felső levelek 40%, a középső 35%, az alsó levelek már csak 25%-ban járulnak hozzá. A kukorica virágzata egylaki, mivel termős és porzós virágzata egy növényen található. A termős és porzós virágzat azonban nem egy helyen található.

2.3. A kukorica egyedfejlődése, fenológiai fázisai

Kukoricánál, sokféleképpen határozzák meg a növény különböző fejlettségi szakaszait, egyikből másikba való átmenet idejét.

Egy lehetséges csoportosítás, amely négy időszakot jelöl meg vetéstől a teljesérésig:

I. Vetés-csírázás-kelés

II. Vegetatív szakasz –(levél, szár fejlődése)

III. Virágzás, megtermékenyülés (címerhányás, női és hímvirágzás)

IV. Generatív szakasz (tejes, -viasz és teljesérés)

A vetés

A vetőmaggal szemben támasztott követelmények, a vetőmag hordozza a fajtára, hibridre összes örökletes tulajdonságot, a növénytermesztés sikerességének alapja a megfelelő genetikai értékkel bíró, homogén vetőanyag.

A Nemzeti fajtajegyzékben 2018-as évben 26 silókukorica és 4 kettőshibrid volt megtalálható.

„A silókukorica hibridekkel szemben támasztott elvárások: 1; nagy zöld és szárazanyaghozam, 2; a cső és szemek nagy részaránya a szárazanyagon belül, 3. jó szárazságtűrés; 4. betegségekkel szembeni ellenálló képesség, 4 jó szárszilárdság 5; a szilázs nagy energiatartalma, 6; jó emészthetőség”. (Pepó, 2019)

A vetés idejét meghatározó két legfontosabb tényező a talaj hőmérséklet és a víz, a talaj megfelelő nedvességtartalma.

Ezek hiányában nem indul meg vagy leáll a csírázás. Általában ez április végén-május elején megfelelő. figyelemmel kell lennünk a májusi fagyokra. Mindig figyelemmel kell lennünk a talaj hibátlan előkészítésére, vetésmélységben laza, megfelelő térfogatömegű, alsóbb talajrétegben

elégseges vízmennyiséget tartalmazó talaj a kívánatos. A vetésidő függ az alkalmazott hibridektől, a beérés idejétől, valamint a termesztési céloktól is.

A csírázás

A csírázás feltételei a megfelelő hőmérséklet, kellő nedvesség és oxigén. A csírázás hőmérséklete és ideje között negatív korreláció áll fenn, 10 fok alatt 18-20 nap, 16-18 fokon 9-12 nap, 21 fok felett 5-6 nap a csírázás időtartama. Alacsonyabb hőmérsékleti viszonyok között a csírázás vontatott lesz, nő az esélye a rothadást előidéző gombabetegségeknek. Csírázással kapcsolatban mérhetjük a csírázóképeséget és a csírázási erélyt, a csírázási gyorsaságot. Csírázási képességen a 16 napon belül kicsírázott magok összes százalékos arányát értjük. A csírázási erélyt az mutatja meg, hogy a kicsírázott szemek közül hány csírázott ki a berakástól számított negyedik napig.

A kelés

A kelés hosszát, eredményességét elsősorban a talaj hőmérséklete és nedvességtartalma határozza meg. Tartósan hideg a talajban (6-8 °C) vontatottá, elhúzódóvá teszi a kelést. Emellett mindenképpen figyelniünk kell a megfelelő vetőágy előkészítésére, a műtrágyák időben és kellő mennyiségben történő kijuttatására. A kelést idejét meghatározza a növényszám, a sor és tőtáv. A vetés mélységére is meghatározhatja a kelést-sekélyebbre vetve kevesebb a nedvesség, így itt a kelés vontatottabb, nehezebb lehet. A különböző tenyésztési (FAO-számú) hibridek vetési sorrendjére mindig figyelemmel kell lennünk.

Vegetatív szakasz

A kelés után vegetatív fázis időszakát a növény ivarszerveinek kialakulásáig számítjuk. (Menyhért, 1979)

A kelés utáni első időszakban a növény minél előbb igyekszik kifejleszteni a teljes gyökérzetét, négy leveles korra kifejlődik az alapgyökéren kívül a járulékos gyökérzet is, sok elágazódással és hajszálgyökérzettel. (Bocz 1992). Említésre méltó a műtrágyák hatása a gyökér korai fejlődésére, a N-hatására hosszirányba kevésbé fejlődnek, rövidebbek maradnak, a Nitrogén az oldalgyökerek fejlődését serkenti, hatására a feltalajt jobban átszövik az oldalgyökerek. A P hatására ellenben a gyökerek hosszanti fejlődése határozottabb, serkenti, gyorsítja a gyökérszörök kifejlődését. (Nagy 2021)

Hat-hét leveles fázisban a szár megnyúlik, felgyorsul a víz és tápanyagfelvétel. Ebben a fázisban fontos odafigyelni a megfelelő időben elvégzett gyomirtásra, ennek elmaradása termés kiesést okozhat. A hajtás növekedésének ütemét a fajta mellett a termesztési hely éghajlata és időjárása is nagymértékben befolyásolja. (Gyórfy, I'só, & Bölöni 1965) A kukorica hajlamos fattyúhajtást nevelni. Silókukoricánál egyes fajtáknál ez előnyös is

lehet,mivel nagyobb zöldtömeget adhat.

A fattyúhajtásokkal végzett kísérletek azt mutatták,hogy asszimilációs tevékenységükkel segítik és gyorsítják a főhajtás fejlődését. (Győrffy , I'só, & Bölöni,1965)

A növény végső magassága, szárának átmérője-és bármennyire meglepő- potenciális termésének mennyisége is ebben az időben ható környezeti tényezők határozza meg. Az ekkori hőmérséklet, csapadék és fény mennyisége limitálja a várható termésmennyiséget. (Menyhért, 1985)

A vegetatív fázis a levélzet teljes kialakulásával zárul. A levelek méretére hatással van a fajta,tőszám és az a tény,hogy a kukorica rövidnappalos növény. ”Ha pl. északi kukoricafajtákat délre viszünk,ahol a nappalok rövidebbek,akkor csökken a növekedésük,de hamarabb virágoznak és érnek.” (Győrffy , I'só, & Bölöni1965)

A vízfelvétel növekszik,azonban hagyományosan ebben az időszakban legtöbb termővidéken csökken a csapadék mennyisége,ez jelentős termés kiesést okozhat. (Menyhért, 1985)

A vegetatív fejlődés végét a porzós virágzat kialakulásának kezdete jelzi.

III.Virágzás, megtermékenyülés (címerhányás,női és hímvirágzás)

A címerhányás kezdetén növényünk elérte végleges magasságát,hosszanti irányban már nem fejlődik tovább.

A címer a száron belül ütemesen fejlődik.

Ekkor már a gyökérzetten és nagy zöldfelületen keresztül a kukorica gyorsan beépíti a tápanyagokat,ez a fázis az egyik legkritikusabb szakasz,mind víz és tápanyagellátás szempontjából.

A Kálium felvétel majdnem teljes,azonban a Nitrogén és Foszfor felvétele jelentős. A virágzás és a megtermékenyülés hazánk klimatikus adottságai mellett- figyelembe véve a globálisan folyamatokat- általában az év legmelegebb időszakára esik. (Menyhért, 1985)

Hím és Nővirágzás nem egy időben kezdődik el. Címerhányás után 1-2 nappal elkezdődhet a hímvirágzás. Időpontját meghatározza az időjárás,elsősorban a hőmérséklet,nedvességtartalom. A hímvirágzás hossza és időtartama fajtafüggő,ahogy a kukoricacímerek pollenmennyisége is változó.A hímvirágzás 10-19 napig tarthat.(Menyhért, 1979)

Az egy táblán termesztett hibrideknél figyelembe kell vennünk a virágzásig eltelt időt,mivel ez hatással van a megtermékenyítésre,valamint akármennyire meglepően hangzik a tőszámon keresztül az állomány sűrűsége is csökkentheti a megtermékenyülést és a cső méretét. A nőivirágzást jelzi a „bajusz” (bibeszál) életre kelése. A csuhélevelekkel takart csővön megjelenő bibeszálak körülbelül tíz nap alatt hajtanak ki. Először az alsó részről,majd fokozatosan felfelé

haladva jelennek meg a női virágok bibéi. Megtermékenyülés esetén tömlőt hajt, 10-15 cm hosszú bibeszálon át megtermékenyíti a magházban a petesejtet. A megtermékenyített virág bibeszála megbarnul,elszárad. (Nagy) Megtermékenyülés nélküli cső foghíjas lesz,aszályos időben apró és gyengébb csírázású energiájú szemek fejlődnek. (Bocz 1992)

IV.Tejes,- viasz-, teljesérés

Szem fejlődése

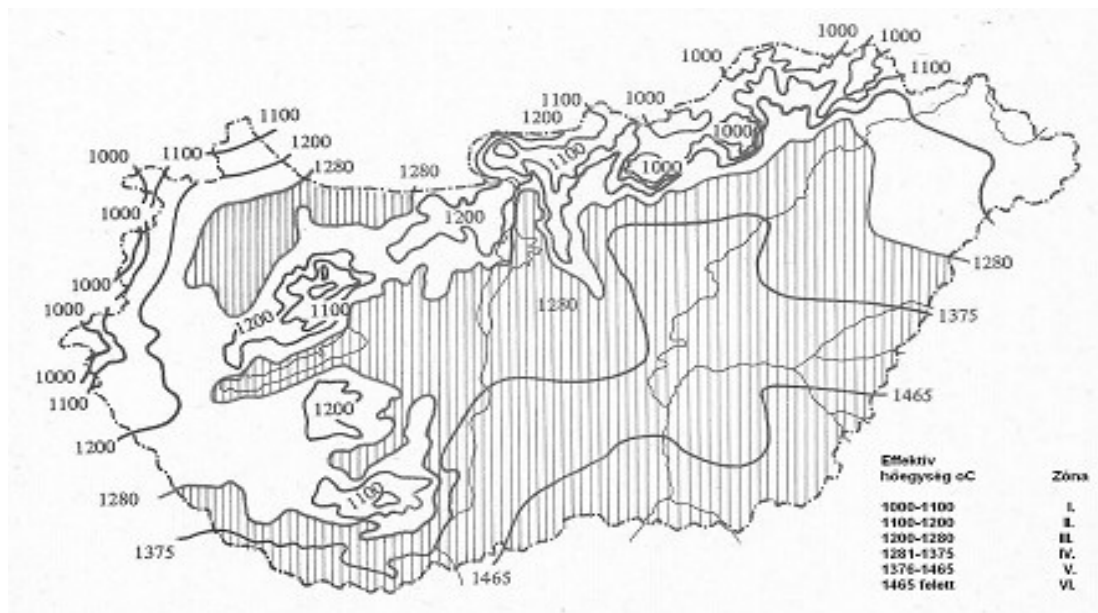
A bibe megbarnul és leszárad,első héten vízzel teli gömböcskék a szemek, két hét alatt a szemek gyorsan és látványosan nőnek,ilyenkor a vegetatív folyamatok megállnak a növény élettani funkciói arra irányulnak,hogy a tartalék tápanyagok a szembe áramoljanak. Harmadik héten a szem már tejes állapotba kerül,magas cukortartalmú nagy mennyiségű keményítőt és fehérjét tartalmazó anyaggal telítődik. A kálium a legfontosabb fő tápelem ebben az időszakban,de már a nitrogén és foszfor átépülése is megkezdődik. Ötödik hét végén a tejes állapot dextrines masszává alakul át, majd száraz keményítő alakul ki. A hatodik hét végén az embrió majdnem teljes nagyságú a cső élettanilag érett állapotba kerül. A tápanyag beépülés végét a csutka felől a fekete réteg kialakulása jelzi, a szemek víztartalma ilyenkor 32-45% általában. Innentől kezdve tápanyaggyarapodás megáll, a magban csak a víztartalom csökken fokozatosan. Ez az állapot már nem annyira kritikus a termés szempontjából,a csövön fixálódott a szemek száma. A kukorica szárazanyag termelésének csúcsa augusztus elején. Fontos hogy a NPK-vegyületek végig felvehető formában legyenek jelen.A szem nitrogénjének fele a korábban a hajtásokba beépült N-ből transzportálódik. A N-hiány hat legnagyobb mértékben a P felvételre. A silózás kezdete a viaszéréskor a legkedvezőbb,a szemek kemény pépszerűek,körömmel átvághatóak. A beszáradási fázis hossza függ az időjárástól. (Menyhért, 1979)

2.4 A kukorica ökológiai igénye

2.4.1. Éghajlati igény

A kukorica származási helyéből adódóan melegigényes növények közé tartozik. Megbízható,kiszámítható termés csak kellő,megfelelő hőmérsékleti viszonyok mellett várhatóak. Összességében elmondható,hogy hazánkban a nyugati hegyvidékek és az északi középhegység vidékein kívül hőmérsékletet figyelembe véve mindenhol termesztethető. Májusban a fagykárak okozhatnak kárt,az őszi korai lehűlések ellen megfelelő tenyészidejű

fajttával védekezhetünk. Hőmérséklettel egyenértékű tényező a csapadék mennyisége.



1. ábra. A kukorica effektív hő-összeg alakulása (MENYHÉRT, 1985)

(<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/termesztismeret/ember-a-termeszetben-6-osztaly/magyarorszag-eghajlata/kulonbsegek-szamokban>)

Vetés előtt a átlagos mennyiségű csapadék a kívánatos, mivel így jobb minőségben elvégezhető a magágykészítés. Vetés után csapadékra van szükség a keléshez illetve az esetleges preemergens gyomirtás sikerességéhez. Növényünknek legtöbb vízre a címerhányás előtti egy hónapban van szüksége.

Vízhiány esetén a szemtömeg csökken, kimutathatóan csökkenik a termés.

A korszerű hibridekben rejlő potenciált akkor tudjuk kiaknázni teljesen, ha július-augusztus hónapokban is hullik körülbelül 100 mm csapadék. (Nagy, 2021)

Ebben az esetben a júniusi szárazság még előnyös is lehet, a vele járó meleggel.

Azonban kedvező csapadéku évben sem biztos, hogy növekednek a termésátlagok, mivel a csapadékos időjárás lehűléssel járhat, így a szükséges meleg hiányzik az állománynak.

Továbbiakban a betakarítást hátráltathatják a komolyabb szeptemberi esőzések, valamint növelhetik szárítási költségeinket, ha magasabb nedvességtartalmú szemeket takarítunk be.

2.4.2. Talajigény

A kukorica nagy vízigénye, szárazságtűrése, tápanyagigénye és végeredményben a kukorica megfelelő, biztonságos termése elsősorban a mélyrétegű, humuszban gazdag, középköttő vályogtalajon elégíthető ki.

A kukorica legnagyobb területaránya a múltban is elsősorban a löszhátakon kialakult csernozjom, továbbá a réti csernozjom talajokon volt.

A kukoricát világszerte is a jobb talajokon termesztik, mert ökológiai érzékenysége sokkal nagyobb, mint a búzáé.

Vízgazdálkodás tekintetében a vizet könnyen átadó talajokon érzi jól magát, a nagyon kötött és

szikes talajokon az aszályt nehezen tűri.

Legnagyobb termésmennyiségét a mélyrétegű, humuszban és táplálóanyagokban gazdag jó vízgazdálkodású vályogtalajokon adja. (Győrffy, I'só, & Bölöni, 1965) Gazdaságosan nem termesztethető a kötött, rossz vízgazdálkodású, belvízre hajlamos esetleg magas talajvízszintű táblákon. Sekély termőrétegű talajon rentábilisan nem állítható elő. (Pepó, 2019)

2.5. A kukorica termesztési technológiája

2.5.1. Elővetemény

Előveteményre nem érzékeny. Fontos azonban az őszi jó minőségű mélyszántás elvégzése, ezért általában kalászosok után vetjük. Jó elővetemények közé tartozik a hüvelyesek, repce és a burgonya. Közepes előveteménye a napraforgó és a cukorrépa. Főszabály azok a növények kerülendőek, amelyek a talaj víz és tápanyag tartalcáit kimerítik. Előveteményként rossz a cirokfélék. Ajánlott a vetésváltást 3-4 évre előre beállítani, mivel a kukorica agrotechnikáját így eredményesen tudjuk megtervezni. (Nagy 2021)

Monokultúrás termesztés esetén növényvédelmi és gyomgazdálkodási problémák mellett a kártevők felszaporodása is előfordul. Ezért három-öt évnél tovább nem gazdaságos a termesztése így, a gyomirtás elvégzése nagy erőfeszítéssel oldható meg (a mélyen gyökerező, rezisztens gyomnövények elszaporodásával számolhatunk), - és az erőteljesen megnövekedő tápelem pótlás költségei miatt.

Kukorica mint elővetemény

Őszi kalászosokat termesztünk eredményesen. A gyomirtószer adagokat az utóvetemény meghatározásakor figyelembe kell venni, talajmintavétel szükséges lehet. Késői, nem megfelelő időben történt betakarítás esetén tavaszi vetésű növények - tavaszi gabonák, kender, dohány következhet. (Ivány, Kismányoki, & Ragasits 1994)

2.5.2. Tápanyagigény

Termesztett szántóföldi kultúráink közül a legjelentősebb mennyiségű tápanyagigénye a kukoricának van. A növény a három fő tápanyag (N, P, K) felvételét, felhasználását limitálja a talaj minősége, vízgazdálkodása, termőhely fekvése, valamint az üzemi környezet. (Szieberth & Széll, 1998)

A tápanyagigény nem azonos a műtrágyaszükséglettel, a termeléssel kivont trágyaigény lehet pozitív és negatív is. Különböző veszteségek (le mosódás, lekötődés) esetén több, azonban ha a talaj

tartalmazza megfelelő mennyiségben,akkor nulla is lehet,jó tápanyagszintű talajnál a tápanyagigény közel azonos a trágyaigénnyel. (Menyhért, 1985)

2.5.3 Talajelőkészítés

Korán és későn lekerülő elővetemények esetén is a fontos az őszi mélyszántás elvégzése. Ennek célja a talaj felső rétegének lazítása,a gyökerek mélybehatolásának elősegítése,a talaj oxigén ellátottságának javítása,talaj hőgazdálkodását javítja,a talajban lévő tápanyagok feltáródása és annak mobilizálása, valamint minden más mellett csökkenti az eróziós hatásokat.

A talaj kémiai,biológiai és fizikai tulajdonságait kedvezően befolyásolása és kiváló vetőágy előkészítése. (Győrffy , I'só, & Bölöni,1965) Szántás nélküli talajelőkészítést is alkalmazhatunk. Ebben az esetben kisebb az energiafelhasználás,növekszik a talaj vízbefogadó képessége a gyökérszónában. Hátránya a mérsékeltebb talajforgatás,ezáltal a gyomkorlátozó hatása kisebb.

Lazításra alkalmas művelőeszközökkel közép mély lazítás és kultivátoros alpműveléssel válthatjuk ki az őszi mélyszántást. Tömörödött talajok esetén időnként mélylazítást is alkalmaznak. Ugyanolyan mélyen elvégzett szántás,kémiai és biológiai tulajdonságok változása állhat a háttérben. (Nagy 2021)

Ősszel szükséges még az alpművelés elmunkálása,valamint a szerves és szervetlen trágyák kijuttatása, a téli csapadék befogadására alkalmassá kell tenni a talaj felső rétegét.

Vetőágyelőkészítés

Vetés idejétől, módjától, talaj és környezeti adottságoktól függően kell a vetőágyat kialakítanunk. Magágy, vetőágy előkészítés szerszáma a kombinátor,illetve a simító,kultivátor,hengerborona is jól alkalmazható. Elvárások kukoricánál,hogy a vetési mélység fölött a talaj morzsás szerkezetű,nyirkos és gyommentes legyen,a magágyalap pedig megfelelően tömör legyen. Napjaink modern és nagy teljesítményű gépeivel a vetés és a magágyelőkészítés egy menetben elvégezhető. Ezzel csökkenthető a talaj terhelése,valamint a magágy lehető legjobban előkészíthető.

2.5.4 Vetés

A kukorica vetés idejét meghatározza a termeszteni kívánt fajta, a talaj hőmérséklete, talaj nedvessége, a csírázás, korai fejlődés feltételei adottak legyenek. Minél magasabb a talaj hőmérséklete,annál kevesebb idő telhet el a vetés és a kelés között,ezáltal homogén,jól fejlett állományt alakíthatunk ki. A vetés ideje természetesen befolyásolja a virágzást, és nagy

gazdaságoknál a betakarítási idő tervezésénél a különböző FAO-számú hibridek felhasználása erősen ajánlott.

FAO éréscsoport	Tenyészdő (nap)	Átlagos tenyészdő	
		nap	megnevezés
100-199	95-110	100	<i>szuper korai</i>
200-299	132-147	139	igen korai
300-399	134-160	146	korai
400-499	138-165	151	középérésű
500-599	143-175	157	késői érésű
600-699	151-179	162	igen késői érésű

2.ábra A különböző tenészdőjű hidridkukoricák jellemzői (FAO szerint)

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

Megtekintés ideje:2023.04.16)

2.5.6 Betakarítás

A termés felhasználási módja és az időjárás meghatározza a betakarítás idejét. A növény nedvességtartalmának 18-32% között kell lennie. Fajtaspecifikus hibridek esetén a vízleadás ideje is változó lehet. A betakarítás optimális idejének meghatározásához jó, ha pontosan tudjuk az ültetett hibrid vízleadási képességét, mivel a biológiai érést követően lényeges különbségek vannak a különböző fajták között. Általánosságban hazánkban a korábban érő fajták betakarítása szeptember hónap második felében, a középkorai és középérésű fajták betakarítása október-november hónapra tolódik át. (Bocz) A napos, kellemesen meleg ősz sietteti az érést, viszont a kora őszi lehűlések akár kényszerérést is eredményezhetnek. (Radics, Borsos, Pusztai, Szemán, & Tomposné, 1994) Mivel ősszel a csapadék megjöhet, a munkacsúcsokat meghatározhatja. A nagy teljesítményű, szemet betakarító kombájnok kapacitása és a jó munkaszervezés lerövidíti a betakarítás hosszát.

2.5.7. Szárítás, tárolás

A kukorica szárításának energiaigénye függ a szem betakarításkori nedvességétől. Mivel a szem élő anyag, életfolyamatai nem szűnnek meg a betakarítással. Energiaigénye akár a szántóföldön

elvégzett munkák 35-44% is lehet. A környezeti levegő és páratartalma hatással van a szemtermésre, annak higroszkóposága miatt.

Anatómiai adottság a kukoricánövénynél a lassú száríthatóság, mivel a növényben a nedvességtartalom eloszlása egyenletlen, a szem belső rétegében a nedvesség sokkal nagyobb, valamint ez a külső kéregszerű réteg lassítja. A szárítás meggyorsítása költséges és káros is, mivel a külső réteg felreped és penészgombák lephetik el a sérült részt. Optimális a 2-3%-os vízelvonás, valamint a szem hőmérséklete 60-80 °C-nál ne legyen több, ennél többet a növény nem tolerál. Tárolás, szárítás előtt a kukoricát tisztítják, előválogatják, szárítás után utótisztítás is ajánlott, ilyenkor a tört szemeket távolítjuk el. Szárítási hőmérséklet meghatározásakor figyelembe kell vennünk a további felhasználást, a következő szárítóközeg-hőmérséklet ajánlott, a minőség megőrzése érdekében: -vetőmag 45-50, malmi célra 50-70, takarmányozásra 100-120 °C.

Az energiaárak elszabadulása miatt ajánlatos a takarmánynak való kukoricát, nedvesen tárolni. (Győri & Győriné Mile, 2002) Nagy nedvességtartalom esetén két menetben ajánlott szárítani a kukoricát, megelőzendő a szemek denaturálódását és a takarmánybiológiai értékének csökkenését elkerülendő.

2.5.8 A betakarított kukorica minősítése

A betárolt kukorica-felhasználásának sokrétűségéből adódóan - minőségi vizsgálatait, - élelmiszerbiztonsági, tápérték megállapítása-mellett a klasszikus takarmányozási értéket meghatározó vizsgálatok alkotják.

Ezek alapjául a Magyar Szabvány vonatkozó előírásai szolgálnak: -morzsolt kukorica étkezési,- morzsolt kukorica takarmányozási,- pattogatnivaló,- csemegekukorica,- mind külön szabályozva. A különféle vizsgálatok rövid áttekintése.

Ezerszemtömeg- a termés mennyiségére vonatkozó mérőszám, a minőségre ebből nem tudunk következtetni.

Tisztaság- minden nem fajazonos, a kukorica felhasználását hátrányosan befolyásoló tételt kiveszünk és megmérünk. Szerszáma a 4,5 és 2,5 mm lyukú rosta. Legalább 98% a szabványértéke.

Nedvességtartalom. Értéke maximum 14,5 %, átvételkor fontos mérni, mivel a szárítási, tárolási költségek növekedhetnek. Különféle szárítószekrényes módszerekkel, valamint gyorsmérést viszonylag pontos elektromos nedvességmérőkkel hajthatunk végre.

Nyersfehérje-tartalom. Kjeldahl-módszerrel roncsolásos módszerrel, ammónia desztillálása utáni s.-b. titrálásos módszerrel, az össze nitrogén 6,25-el való szorzással meghatározható a nyersfehérje tartalom.

Keményítő-tartalom –vizsgálat elsősorban a bioetanol-gyártáshoz szükséges megállapítani, NIT és NIR laboratóriumi módszerek segítségével. (Kiss, 2013)

Aminosav-összetétel fehérjék sósavas hidrolízise utáni ioncserés kromatográfiás módszerrel.

Nyerszsír-tartalmat a petroléterrel, éterrel kivonható anyagok összességének megállapítása, - (zsírok, olajok, viaszok, xantofillok, illóolajok, szteroidok)- ezeket gázkromatográfiás módszer segítségével tudhatjuk meg a táplálkozás-élettani értékét.

Nyersrost. A sejtfalat alkotó pektinanyagok, hemicellulóz, cellulóz, lignin tartalma.

Meghatározása kémiai úton történik kénsav és kálium segítségével.

Ásványi anyagok. A szerves anyagok eltávolítása után (hamvasztás vagy roncsolás) után titrálással, fotometriával, atomabszorpciós módszerekkel, - a vizsgálat mikéntje függ a várható koncentrációtól.

Mikotoxin mennyisége mennyiségének mérése, -fuzárium-gomba mennyiségének mérése a kukorica minőségének megállapításának részét képezi. A mikotoxinok évjáráthatás-érzékenysége kiemelkedő.

Növényvédőszer-maradványok – ezekre leginkább határértékeket ad meg a szabvány, megállapítása laboratóriumi vizsgálatokkal.

Korszerű laboratóriumi vizsgálatokkal, kémiai eljárás nélkül, közeli infravörös tartományban ún. NIR vagy NIT elven működő berendezésekkel, ezek a műszerek gyors, pontos eredményeket adnak-klasszikus kalibrálási módszer után meghatározhatjuk a nyerszsír, hamu, keményítő, nedvességtartalom is.

Hordozható berendezésekkel akár a táblán is elvégezhetünk gyors méréseket, ideális lehet minőség előzetes megállapítására. (Győri & Győriné Mile, 2002)

2.6 Növényápolás

A mai modern szántóföldi növénytermesztés bizonyos értelemben megkönnyíti a dolgunkat a kártevők, kórokozók, gyomnövények elleni védekezés tervezését. A különböző vetőmagtermesztő cégek saját maguk adnak egész éves technológiát. Ezt megfelelő vetésváltással, helyesen és időben elvégzett talajmunkával, herbicid használatával és a termesztés technológia betartásával szinten tarthatjuk illetve megelőzhetjük a kártevők, gyomnövények elszaporodását.

A kukorica fontosabb gyomnövényei

Változó éghajlat mellett a tenyészidő alatt hullott csapadék mennyisége és időbeli eloszlása kedvezőtlen, ezért kiemelten fontos a gyomnövények mennyiségének minimalizálása. Mechanikai és kémiai gyomirtás egymást kiegészítve kell használnunk. Elővetemény hatást kiemelten kell kezelünk, főként monokultúrában termesztett kukorica esetén szaporodhatnak fel a kukoricára jellemző gyomok, illetve az árvakelés is okozhat gondot. Tág térállású növényként a kukoricánál elsősorban kelés után okoznak problémát, a gyomnövényeket a termésveszteség minimalizálása miatt legkésőbb 3-6 hetes korig el kell távolítanunk az állományból. (Pepó, 2019)

„T₄-es gyomok” a legelterjedtebbek, ezek közös jellemzője, hogy egynyári, nyárutói egyéves életmódot folytatnak.

Kétszikűek: Kakaslábű, Parlagfű, Fehér Libatop, Disznóparéjfélék, Csattanó Maszlag, Selyemmályva, Szerbtövis.

Egyszikűek: Fakó Muhar, Fenyércirok.

A kukorica kártevői és kórokozói

Folyamatosan fejlődő rezisztens hibrid, csávázott vetőmagok mellett hatékonyan csökkenthetjük az áttelelő állomány számát a kukoricaszár betakarítás utáni eldolgozásával, megsemmisítésével (zúzásával, aláforgatásával, elégetés). A növényvédelem fontos része a megfelelő vetésváltás, egészséges jó minőségű vetőmag használata. Talajfertőtlenítéssel gyéríthetőek a talaj alsóbb rétegeiben áttelelő kártevők. Az utóvetemény allelopátiás hatását a kelésre és a gyommagokra mindenképpen figyelembe kell vennünk.

Vírusbetegségek

Kukorica csíkos mozaikvírus

Golyvás és rostos üszög

Nigrospórás száraz korhadás

Kukoricafuzáriózis

Cerkospórák levélfoltosság

Kártevők

Amerikai kukoricabogár

Pattanóbogarak-drótféreg

Gyapottok-bagolylepke

Kukoricamoly

Levéltetű

Cserebogarak

Kukorica gyökértetű

Fritlégy

Vetésfehérítők

Kukoricabarkó

Vetési bagolypille –mocskos pajor

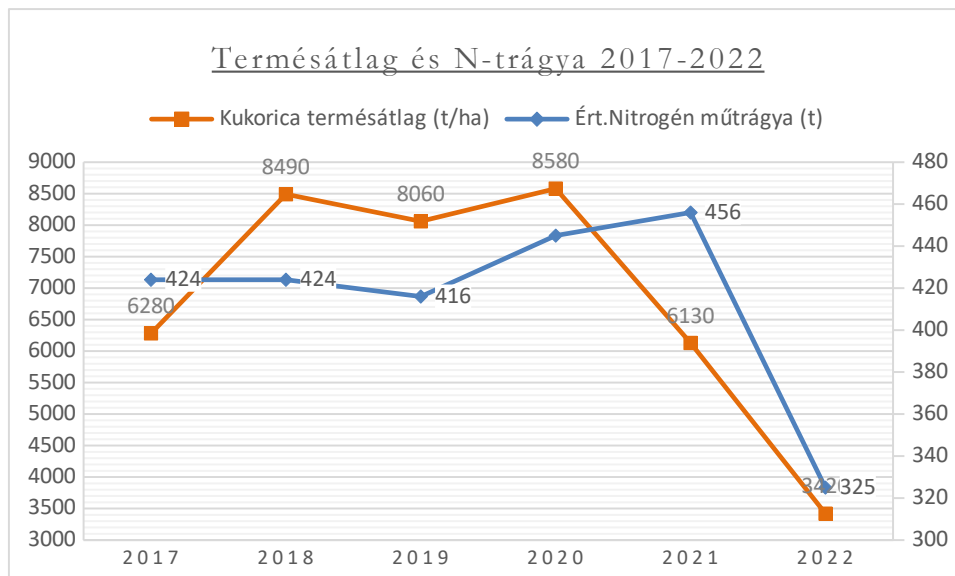
Levéltetű

Földibolhák

Gerincesek –Fácán,Ürge,vetési varjak,mezei pocok, vaddisznó, őz.

2.7. Tápanyag-gazdálkodás

A kukorica tápanyagigényes növény. A XX. század közepéig szinte kizárólag istállótrágyát használtak tápanyagpótlásra. A nagyadagú műtrágyázás hazai bevezetésével, kihasználva az ország adottságait és a humán erőforrást érhetőek el kimagasló terméseredmények. A növény tenésztideje alatt változó mértékben igényli a különböző mikro és makroelemeket. Ezek hiánya vagy túlzott mennyisége megzavarja a növényfejlődését, morfológiai elváltozásokat és termés mennyiségének csökkenésével jár. Természetesen emellett figyelemmel kell lennünk a különböző elemek közötti viszony (szinergizmus, antagonizmus) folyamatos hatására. A tápanyagok hasznosulásának feltétele a kielégítő vízellátottság. Megfelelő mennyiségű víz nélkül nem tud hasznosulni, hiába juttattuk ki a tenyésztőterületre. Itt érdemel említést az évjárat-hatás.



3. ábra N-műtrágya és kukorica termésátlaga hazánkban 2017-2022 (Forrás KSH,saját diagramm)

Aszályosabb évek - amilyen volt a kísérletünk a 2022-es is például- terméslimitáló hatása megkérdőjelezhetetlen,ezen a nagyobb adagú trágyázás sem segít. Ábrán az elmúlt hat év N-műtrágya értékesítésének adatai és a kukorica terméshozama,előző állítást alátámasztja a változás mértékét,- az egekbe szökő műtrágyaárak mellett ezt az aszályos év súlyosbította. Makroelemek közül a N-elátottság a hozamot és a minőséget,fehérje tartalmát legjelentősebben befolyásolja. A kukoricaszem foszfor tartalma öntözés hatására kismértékben növekszik, a kálium tartalma nem változik. A kén a negyedik legnagyobb mennyiségben megtalálható elem a növényi szervezetben, a kén tartalmú aminosavak a termés minőségét befolyásolja inkább. (Nagy 2021)

2.7.2.Kukorica alaptrágyázása

A tápanyagpótlás elsődleges célja a növények igényének kielégítése,- hatását és eredményét minden körülmény között annak gazdaságossága szabja meg.

Az alpműtrágyázás ideje az őszi időszakban van. A P és K műtrágyák teljes mennyiségét ősszel is kiadhatjuk, a N-alaptrágyázás ideje tavasszal célszerű, a kimosódás veszélye miatt.

A N felvétele kezdeti fejlettségű stádiumban, a gyenge gyökérzet miatt lassabb,vontatottabb.

A korszerű termesztéstechnológiák, a gyorsabban feltáródást és jobb hasznosulást biztosító tápanyagokat tartalmazó műtrágyákat elég a legmélyebb talajművelést megelőzően kijuttatni-megfelelő talajvizsgálat után a nagy műtrágyagyárak akár az adott táblára vonatkozóan is tudnak megfelelő műtrágya komplexet ajánlani. A növény és talaj kapcsolata mellett a talaj tápanyag megkötő képessége is limitáló tényező, ez negatívan befolyásolhatja a tápanyagok feltáródását.

Az istálló és hígtrágya kijuttatása, annak hosszabb idejű feltáródása miatt általában korábban szükséges. A fokozott műtrágya használat talaj szerkezetét javítja, azonban nagy mennyiségű felhasználása során savasodást, pH- változást okozhat és akár a talajvízbe is kerülhet. A hígtrágyák túlzott felhasználása kötöttebbé tehetik a talajt, magas Na- tartalma miatt szikesedéshez is vezethet. Gyenge Nitrogén-ellátottsággal rendelkező erdő- homok- és erodált talajokon a 25-30 napos levéltrágyázás is hasznos lehet. (Nagy 2021)

2.7.3. Kukorica fej- és lombtrágyázása

Startertrágyázás

A vetéssel egy időben elvégzett tápanyagpotló eljárás. A gyors kezdeti fejlődésű hibrideknél gondot okoz a 2-4 leveles állapotban jelentkező P-hiány, mivel a kukorica szem mobilizálható foszfor tartalma eddigre kimerül, megoldására könnyen mobilizálható foszfort szükséges adagolni. Felismerhető az antociános levéleváltozásról. A P hiány jellemző következménye a vontatott kelés. A Nitrogén-adag egy részét is kijutatható ilyenkor. A mennyiség változó lehet. Környezeti tényezők, csapadék és talaj adottságok mellett a vetni kívánt hibrid szükségleteit kell figyelembe vennünk. A kukorica tápanyagfelvételének többsége a tenészedőszak második felére esik. Kézenfekvő megoldás, hogy bizonyos mennyiségű tápanyagot akkor kijuttatni. Fejtrágyázásra célszerű kén tartalmú nitrogén trágyát adagolni, hazai talajaink kén ellátottsága gyenge, holott a negyedik-ötödik legfontosabb elem a kukorica életében. A nitrogén-műtrágya feltáródását is elősegíti. A kezdeti növekedési erély csökkenésén javíthat a permetlével adagolt levéltrágya. Szárazság esetén szintén hatásos lehet a lombtrágyázás. Mezőgazdaságunk struktúrája erősen gabonatúlsúlyos, ennek következménye, hogy a mikroelemek közül cink és a kén mellett hiányozhat a mangán, vas és a magnézium is. Ezek pótlása létfontosságú, csak így tudjuk kiaknázni a modern vetőmagokban rejlő lehetőségeket. Első kezelés időpontja a címerhányást közvetlenül megelőző időszakot, második kezelésre a címerhányás és a nővirágzás közötti fejlődési fázist ajánlják, mert ebben az időszakban a tápanyagok felhalmozódása a legintenzívebb és nagy a nitrogénigény. (Menyhért, 1985) Amennyiben külön menetben juttatjuk ki a lombtrágyát, akkor normál szántóföldi permetezőgép esetén a lehető legkésőbbi időpontot válasszuk, amikor még el tudjuk végezni a kezelést, mivel ilyenkor már elegendő levélfelület áll rendelkezésre a lombtrágya hasznosulására. A mikroelemek pótlása is lehetséges levéltrágyázással, a foszforban gazdagon ellátott talajokon cinkhiány alakulhat ki, amelyet a foszfor-cink felvételének antagonizmusa idézi elő.

2.7.3 A kukorica fajtahasználata

Az elvárt nyereséget hozó terméseredmények alapvető feltétele a megfelelő fajta (hibrid) kiválasztása. A termőhely ökológiájának, időjárási tényezőinek ismerete, friss talajvizsgálati eredmények mind befolyásolhatják választásunkat. Termésstabilitás, termőképesség és termésbiztonság a sokat hallott kifejezések napjainkban. Elvárás még a jó adaptációs képesség, szárszilárdság(betakarítást könnyíti, valamint kártevők, kórokozók könnyebben bekerülhetnek) bizonyos körülmények (termesztési cél, táblaméret) között a tőszám-sűrítettség is mérvado lehet. Érés kori gyors vízleadási képesség csökkenti a szárítás költségét, valamint jobban tervezhetővé teszi a betakarítás idejét.

A megkívánt termésmennyiséget szélsőséges körülmények- aszály, jégkár, trópusi eredetű hőség- esetén is produkálni képes fajtát kiválasztani, összhangban az adott gazdaság-üzem agrotechnikai potenciáljával. Hazánkban széles portfolióval, magasan képzett szakembergárdával rendelkező nemesítő cégek segítségével könnyen választhatunk a termesztési célunknak megfelelő minőségű fajták közül. Fajta megválasztáskor a tenyésztési idő hossza, és az érés ideje. Törekedni kell a hibridekben rejlő terméspotenciál teljes kiaknázására, ez azonban nem mehet a termésbiztonság kárára. A termelési színvonal és a talaj termőképessége. Gyenge termőképességű talajon szükségtelen és gazdaságtalan olyan vetőmagot vetni, aminek nem képes realizálni az elvárható hozamát. A betegségekkel szembeni ellenállóképesség a gyakorlati terméshozamot egyik legnagyobb mértékben befolyásoló tényező.

A tenyésztési idő és termésmennyiség között pozitív korreláció van, a hosszabb tenyésztési idő nagyobb terméshozammal párosul. (Láng, 1970)

A beltenyésztéses hibridek vonalszámokai közül a kétvonalas hibrid (SC) termőképességben jobb, mint a három (TC) vagy a négyvonalasaké (DC).

Ajánlott minél fejlettebb, szélesebb genetikai alapokon álló fajta választása, így csökkenthető a genetikai sebezhetőség.

A hibridek leírásában, terméseredményeik összehasonlításában segítséget nyújt az OMMI évenként megjelenő katalógusa, benne minden részletre kiterjedő eredményekkel. A nemesítők szoros versenyének köszönhetően a fejlesztéseik kontinenseken átnyúlóak, így tudnak folyamatosan szelektálni a hibridjeik között.

2.8.1 A N jelentősége

Földünk légkörének 75 tömegszázaléka Nitrogén. Kromoszómák, Nukleinsavak, Aminosavak, a genetikai információhordozás építőköve, nélküle az élettani folyamatok nem működnek. Elsősorban vegetatív növekedést serkenti, - nélküle a növények gyenge növekedésűek, jellemző

tünet a levél világoszöld színe, hajtásnövekedés lelassul, végül az idősebb lágyrészek elbarnulnak elhalnak, a növény zöldtömege jelentős veszteséget szenved el.

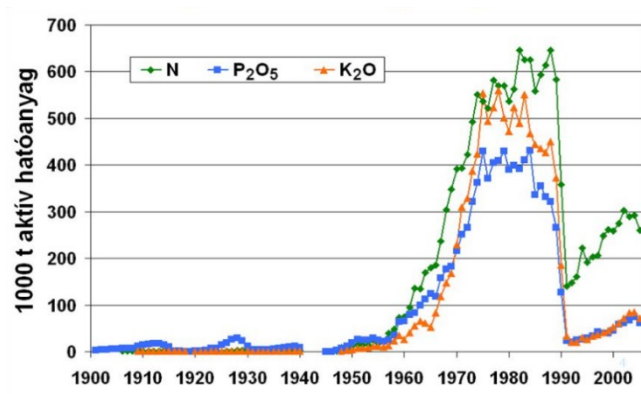
2.8.2 A Nitrogén élettani szerepe

A termőképesség meghatározásakor fontos ismernünk a talaj tápanyagszolgáltató képességét, hogy a talaj képes-e megfelelő időben, megfelelő tápanyagot szolgáltatni. A tápanyagok közül kiemelkedő jelentőségű a Nitrogén. A kukorica egész vegetáció folyamán hasznosítja. A P és K műtrágyákkal szemben –főképp a kilúgozódás és a denitrifikáció- okozhat akár jelentősebb N-veszteséget. A több menetben kijutatott –alap, fej és levél- trágyázás segítségével jobban alkalmazkodhatunk a növény mindenkor N- igényéhez. Ezzel megelőzhető a növekedésben beálló stagnálást és az ebből adódó termés kiesést.

A talajban a nitrát és ammóniumionok mennyisége folyamatosan változik, a lefelé mozgó víz a talaj alsóbb rétegeibe moshatja. A talaj nitrogénszolgáltató képességét legjobban befolyásoló tényezők a humusz- és szervesanyag tartalma, szervesanyag körforgalma és vízellátása befolyásolja. A talaj N- mennyisége eróziós folyamatok hatására is csökkenhet. Vízerózió és defláció hatására gyengébb minőségű rétegek kerülnek felülre. A N-túlادagolást kerülnünk kell, az élő környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatása mellett termésdepresszióhoz is vezethet.

2.8.3. A N-műtrágyák típusai

A N műtrágyázás története a chilei salétrombányák felfedezésével kezdődött 1821-ben. A 19. század végére a világ folyamatosan növekvő népességét egyre nehezebben tudták megfelelő élelemmel ellátni, ezért szükséges volt a tápanyagpótlás új lehetőségeit kutatni. A légkör N-tartalma magas, azonban stabil szerkezetű és más vegyszerekkel nehezen lép reakcióba. A N hatóanyagú műtrágyák több módszerrel is előállíthatóak. A légköri Nitrogén megkötésén alapuló folyamat úttörői Adolph Frank és Nicodém Caro. A Frank–Caro eljárás volt az első olyan kereskedelmi eljárás, amelyet világszerte alkalmaztak a légköri nitrogén rögzítésére. Kalcium-karbamiddal töltött kemencén Nitrogént áramoltattak át, magas hőmérséklet mellett. A terméket Nitrogén műtrágyaként Lime-Nitrogén néven árulták. A következő lépés a szintén német kémikusok által feltalált Haber-Bosch módszer. Felfedezéséért később Nobel-díjat kaptak. Az eljárás folyamán a légköri Nitrogént Ammóniává alakítják fémkatalizátor segítségével. A szintetikus ammónia előállításával megkezdődhetett a műtrágyagyártás forradalma.



4. ábra. Műtrágyafelhasználás Magyarországon 1901-2005 között
(CSATHÓ és RADIMSZKY, 2008)
(Forrás: <http://slideplayer.hu/slide/2108027/>)

A Nitrogén műtrágyákat csoportosíthatjuk hatóanyaguk szerint.

Ammónium-N tartalmúak

Ammónium-nitrát. Fele-fele arányban tartalmazza a ammónium és nitrát iont, alap és fejtrágyaként is használható.

Nitrát-N tartalmúak (Káliumnitrát, Calciumnitrát, Na-nitrát):

A fémnitrátokat tartalmazó műtrágyák kisebb hatóanyag tartalommal rendelkeznek, lúgos pH-juk miatt előnyösen használhatóak savanyú talajokon. Kalcium-nitrát jó fejtrágya, használata azonban higroszkopossága és alacsony hatóanyag-tartalma miatt nem terjedt el.

mészammon-salétrom (MAS, pétisó, Linzi-só):

Ammónium-nitrát és mészkőpor keveréke. A mészkőpor csökkenti a robbanásveszélyt, kevésbé higroszkópos és mérsékli a talajt savanyító hatást.

amid-N tartalmúak (karbamid és származékai):

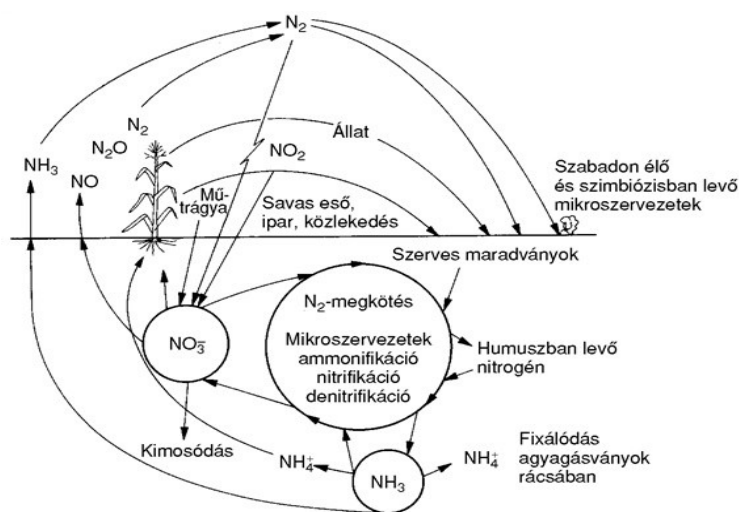
Karbamidból lassan ható műtrágyák állíthatók elő, vízben jól oldódik.

2.8.4.A N-műtrágyák kijuttatásának ideje és módja

A mezőgazdasági termelés számára kívánatos, hogy a kijuttatott műtrágyának legnagyobb részét a növény hasznosítsa. A műtrágyának időben kell az állományban lennie. Az adagolás ideje szerint Alap, starter, fej és lombtrágyázás. Minden esetben az előírt agrotechnika betartása szükséges. Szilárd és folyékony formában is kijuttatható. Folyékony műtrágyázás esetén speciális gépek és tárolóedények szükségesek, azonban a növény igényét jobban kielégíthető keveréket alkalmazhatunk. Folyékony műtrágyák csoportjába tartozik a cseppfolyós- és vizes ammónia, ammóniakátok, illetve a karbamid-ammónium-nitrát oldatok. Nagy és biztos termést csak a kukorica sajátos igényeit kielégítő Nitrogén évenkénti rendszeres adagolásával érhetünk el.

2.8.5 A Nitrogén-ciklus

Növényi életközösségek számára a produktivitást legjobban befolyásoló elem a Nitrogén. A N különböző vegyértékekkel előforduló anyag, emiatt növekszik átalakulásának esélye. A talajban 95%-ban szerves anyagokhoz kötve található meg a talajban. Szerves kötésű nitrogén a talaj humuszvegyületeiben, elhalt növényi részekben és a mikroorganizmusok mellett a humusz vegyületeiben is.



4.ábra A nitrogén körforgalma (Fülek 1999) (Forrás <https://talajreform.hu/tudasbazis/nitrogen-mutragya-kivalasztasa-nitrifikacio-megkotes/> Megtekintés ideje: 2023.04.08)

A nitrogén beépítése, a „nitrogén fixáció” alacsonyabb rendű organizmusok, főként a talajban és a vizekben, valamint szimbiontaként egyes magasabb rendű növényeken élő baktériumok és cianobaktériumok segítségével jön létre. (Balogh , Fóti Szilvia, Gecse, & et al.,2016) A hüvelyes növények gyökerén élő gombák (Rhizobium leguminosarum alfajai, amelyek a pillangós növények úgynevezett gümőin élnek) nitrogén megkötő képessége közismert, emellett léteznek szabadon élő fajok (például az Azotobacter chroococcum, az Azotomonas insolita, valamint Clostridium-fajok.)

Az azotobacter fajok jellemzője, hogy alacsonyabb oxigén ellátottságú talajokban is előfordul, a levegő Nitrogénjének megkötése után újra az eukarióták részére felvehető formában. Az így megkötött N mennyisége 20-30 kg/ha, amely a legtöbb növény szükségletének a negyede. A Clostridium fajok anaerob körülmények között képesek 2-3 kg/ha mennyiségű Nitrogén megkötni. Nitrosomas fajok alakítják át az ammónium iont nitritté, ami a nitrifikáció néven ismert folyamat. Második lépésben a Nitrobacter fajok a nitritből nitrát-iont állít elő. (Kátai).

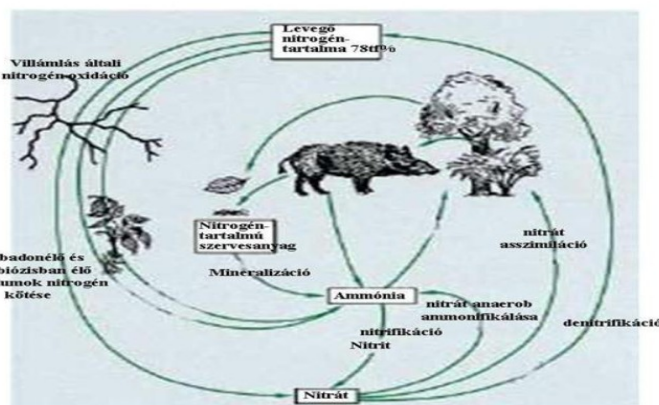
A humuszban lévő N A szerves N- anyagok megkötése-mineralizációja- megkötése folyamatosan zajlik. Az emberi tevékenység hatására savas-esők, a növekvő ipari kibocsátás, és a közlekedésből adódó Nitrogén emisszió szintén hozzájárul a talaj N-mennyiségének növekedése.

Nitrogén útja növényi szervezetben

A növényi szervezetben legjobban ammónium (NH_4^+), illetve nitrát ion (NO_3^-) formájában hasznosul, a szükséges nitrogént így veszik fel a talajból. Az ammóniumion a felvett nitrogén közvetlenül aminosavakba épül be, a nitrát ion esetén plusz redukciós folyamat kell a növénynek. A nitrát ion hasznosítása mégis kedvezőbb, mivel az ammónia asszimilációja során a képződő H^+ jelentősen megváltoztatja a pH-t, amit a növény nehezen tud raktározni. (Balogh, Fóti Szilvia, Gecse, & et al. 2016)

A N mennyiségének csökkenése a talajban.

Denitrifikáció. A nitrifikáció ellentéte, a Nitrát ammóniummá, majd Nitrogénné alakul. Nedves, tömörödött talajon gyakrabban fordul elő, megfelelő kultúrállapotban tartott talajon mennyisége csökken.



5.ábra A nitrogén természetes körforgása a németországi Bielefeld-i Egyetem kutatói szerint

(Forrás Talajökológia Kátai János 2011- 43.o.

https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/7453/0010_1A_Book_adaptalt_01_Talajokologia.pdf;sequence=1&isAllowed=y Megtekintés ideje 2023.04.10)

Erózió

A Nitrát vízszintes irányú mozgása, felszíni vizekbe juthat, akár jelentős környezeti veszélyt

okozhat, talajvízbe, felszíni vízbe kerülhet, „nitrátosíthatja” azokat. Ammónium-fixáció az anyagásványok rácsaiban. A kötöttebb talajokra jellemző, növények számára hozzáférhetetlen, lekötődik. Homoktalajokra kisebb mértékben jellemző.

Nitrátkimosódás.

A „felesleges”, túlzott adagú, - vagy csak nem a kellő időben adagolt műtrágya, amelyet a növény nem használt el - a Nitrát nitriten keresztül történő redukciója, végterméket Nitrogén gáz. Késő ősszel, télen - ha nem fagy meg a felső réteg - és kora tavasszal a legintenzívebb a vízmozgás, valamint a növények nitrátfelvétele minimális, így ilyenkor a legnagyobb a nitrátkimosódás veszélye. Azonos tényezők mellett általában nagyobb csapadékmennyiség nagyobb kimosódást eredményez.

2.8.6. A fenntartható N trágyázás kérdései

Mind a természetes ökológiai rendszerek, mind pedig az agroökológiai rendszerek produkcióját limitálja a talajban rendelkezésre álló nitrogén mennyisége, éppen ezért ez a gazdálkodásban legnagyobb mennyiségben felhasznált tápelem. A N túlkínálata során a nemkívánatos nitrát felhalmozás veszélyével jár, a növény által fel nem használt tápanyag potenciális szennyezőanyagként marad betakarítás után a táblán. (Kádár 1997)

A tápanyagpótlás feltételeit, törvényi előírásait szem előtt tartva, optimálisan úgy biztosítható növényeink igénye, hogy rendszeresen mérjük és vizsgáljuk talajaink tápanyagtartalmát. Erre vonatkozó EU-s szabályok betartása a támogatások lehívásának feltétele. Az állatállomány csökkenésével párhuzamosan csökkent a kijutatott szerves trágya mennyisége, ez tudottan javítja a talajok fizikai és kémiai és egyéb tulajdonságait, ami a műtrágyák hatékonyságát is kedvezően befolyásolhatja. Ildomos törekednünk a szerves és biológiai hozamfokozók, alternatív lehetőségek ésszerű használatára. Az utóbbi évek aszályos időjárása víztakarékos talajmunkák elvégzését tette szükségessé, - az évjárat hatás szerepe is nőtt - extrém viszonyok esetén a feleslegesen adagolt trágyák termésdepresszióhoz is vezethetnek. Az elszabaduló műtrágya árak szintén ösztönzőleg hatnak a minél gazdaságosabb műtrágya-pótlás tervezésére.

3.Anyag és módszer

3.1.1.Növénytermesztési Intézet és a tartamkísérlet történetének rövid bemutatása

*„A kísérletekre annál inkább szükség van,
minél előbbre haladtunk a megismerésben.”*
DESCARTES

A tartamkísérletek története

A legelső tartamkísérletek Rothamstedi kísérleti állomáson J.B.Lawes műtrágyagyárosnak és J.H. Gilbert vegyésznek köszönhetjük. Folyamatos földhasználati témakörökben végzett kutatásaikból,periodikusan vett talaj- és növéymintáikból vett adatokat írásban jegyezték fel. Hazánkban a tizenkilencedik század végén Cserháti és Sigmond tesz említést a tartamkísérletek fontosságáról. A teljesség igénye nélkül említenék néhány nevet a hazai tartamkísérletek létrehozói közülük is a Georgikonon élő, alkotó Tanárok, Kutatók nevei: Dr. Debreczeni Béláné, Dr. Kismányoki Tamás,Dr. Búzás Gyula,Dr. Hoffmann Sándor és a Georgikon Kar Növénytermesztési és Földhasználati Tanszék mindenkori Oktatói, Dolgozói. Tisztelet nekik, aranybetűvel írták nevüket a Georgikon nagykönyvébe. Az ő odaadó munkájuknak hála idén ünnepeljük az első keszthelyi kísérletek hatvanadik évfordulóját. A MATE Növénytermesztési - Tudományok Intézetén belül a Georgikonon Agronómia Tanszék Növénytermesztési Csoport feladata az elődöktől örökölt kísérletek magas színvonalon való továbbvitele, a szántóföldi és fajtaösszehasonlító kísérletek mellett. Intézetigazgatónk-a MATE rektora- Dr. Gyuricza Csaba egyetemi tanár,- Tanszékvezetőnk Dr. Tóth Zoltán egyetemi docens.

A tartamkísérleteink célja többretű,információt adnak a talajtermékenységet befolyásoló tényezőkhöz,adatokat szolgáltatnak a fenntartható mezőgazdasági termeléshez, a környezet biológiai-fizikai paramétereinek,kölcsönhatásainak kérdését. A kisparcellás kísérletek vizsgálatok vetésforgó,monokultúra,szerves- és műtrágyahatás,meszezés,vízháztartás, új fajták tápanyag-reakcióinak kérdéseire ad gyakorlati választ. (Debreczeni & Németh, 2009)

3.1.2. A silókukorica jellemzői, a kísérletben részt vevő fajták bemutatása

A silókukorica morfológiájának mássága abban mutatkozik meg,hogy a hibridjei magasabbak,nagyobb zöldtömeget hoznak létre,kedvező tulajdonsága a soklevelűség. A fattyúhajtásai növelik a zöldtömeget. Talajművelése mindenben megegyezik a szemes kukoricáéval. Elvárások a silókukorica hibridekkel szemben, a zöld száron érés,homogén

tenyészidő,több levél feletti levélszám. A silókukorica jelentősége folyamatosan nő, a kukorica szilázs gazdaságos takarmányozás, a szarvasmarhák éves tömegtakarmány igényének kielégítésére alkalmas takarmányféleség. A silókukorica ízletes takarmány, esetében fontos hogy termesztése gazdaságos és ott is termesztethető, ahol a szemes kukorica már gazdaságosan nem.

A nemesítéseknek köszönhetően a koraitól a késői éréscsoportúig választhatunk. 2018-ban huszonhat silókukorica és négy kettős hasznosítású hibrid jelenti a választékot. Tőszáma 10-15%-kal nagyobb általában a szemes kukoricánál, a locsolást nagyon meghálálja. Betakarítása optimális esetben viaszérés eleje, ekkor a legkedvezőbb a szárazanyag tartalma. Ez az állapot mindössze 6-8 napig tart, a silótartályok feltöltését néhány nap alatt ajánlott befejezni. Táblamérettől függően szakaszos vetéssel és eltérő tenyészidejű hibridekkel ez jól szervezhető. (Hoffmann & Vincze, 2014) Betakarítás után a vetésforgó tervezésekor figyelembe kell vennünk, hogy jóval több tápanyagot távolítunk el a területről, mivel a szár nem marad a táblán. Ebből adódik, hogy elővetemény értéke általában jobb mint a szemes kukoricáé, mivel hamarabb lekerül, és tarlómaradvány mennyisége minimális. (Pepó, 2019, old.: 316-321) A szabadföldi kisparcellás tartamkísérletek több éven át változatlan helyen, ugyanazon a parcellákon, ugyanazon tényezők (pl. műtrágya, talajművelés, tőszám, szervesztrágyák, talajkondicionálók stb.) és ezek kezeléseivel véletlenszerűen vagy szisztematikusan elrendezve, előzetes tervezés után kerülnek beállításra. A parcellák közötti eltérés évente 100 m-ként csak 10 cm lehet (0,1%). Az eredmények statisztikailag igazolható eredményt hoznak. Bizonyos kezelések hatásai az évjáráthatás miatt változhatnak, ezért hosszú távon a klimatikus tényezők hatásai is követhetőek. (Dr. Kismányoki, 2009)

Négy genotípus vett részt a kísérletben, ezek rövid, általános bemutatása:

Genotípus 1

P0725

Késői betakarítású 560-as FAO számú, átlagos kezdeti fejlődésű erélyű hibrid. Kifejezetten erős gyökérzet magas növényfelépítés, jól bírja az aszályos évjáratot, nagy mennyiségű szemtermést érlel. Biogáz előállítására is ajánlható. Előállítója a Pioneer.

Genotípus 2

Es Rhodium

FAO száma 460, nagyon jó kezdeti fejlődésű erélyű, közép-kései betakarítási csoporton belül kimagaslóan gyors vízleadó képességű, alapvetően szemes kukorica hibrid, de az elérhető zöldtömeg/szemtermés aránya annyira kedvező, hogy silókukoricaként is bátran ajánlott a

használata. Közepes és intenzív termőhelyen tud jól díszleni, kiemelkedő tápanyagreakcióját érvényesíteni. Előállítója az Euralis.

Genotípus 3

DKC 5911

FAO száma 560, kései betakarítású, a Dekalb legújabb silóhibridje. Kiemelkedő kezdeti fejlődésű erélyű, jó aszálytűrő képességű, amelynek gyökér és szárerőssége kimagasló. Közepes magasságú, beltartalmi értékei levél-csőarány aránya és emészthetősége miatt állattenyésztő telepek, tejtermelő gazdaságok számára ajánlott fajta.

Genotípus 4

Kalabre

FAO száma 560, kései betakarítású Kite Zrt. által kitenyésztett kettős hasznosítású hibrid. Magas növésű, kiváló terméshozamú fajta, betegség ellenállósága nagyon jó. A csövek elhelyezkedése az átlagosnál magasabb. Mindegyik genotípus pontosan körülírt optimum tartománnyal rendelkezik a maximális termés eléréséhez- vetésidő, növényszám, tápanyag-szükséglet vonatkozásában. Agronómiai és környezeti reakciói meghatározzák a kukoricanemesítés hatékonyságát, ezek befolyásolják az agrotechnika jövőbeli változtatásának lehetséges változtatásait.

3.3.2. A kísérleti hely leírása

A kísérletet 2022 tavaszán állítottuk be Keszthelyen a MATE Georgikon Campusának Kísérleti Telepén. A parcellák 67.5 m²-es méretét tekintve kis parcellás kísérletről beszélhetünk. A szabadszíriai kísérletnek előnyei és hátrányai egyaránt vannak. A vizsgálat terület Ramann-féle (típusos) barna erdőtalajon helyezkedik el, mely a közép-kötött erdőtalajok egyik változata. A terület talaja mechanikai összetétele alapján homokos-vályog kategóriába sorolható. A talaj jó vízgazdálkodási tulajdonságokkal rendelkezik, kémhatása semleges, a felső szántott rétegben CaCO₃ csak nyomokban található, a mélyebb rétegek felé haladva azonban egyre nő és a 100 cm-es mélységben eléri a 25 %-os értéket.

A kéttényezős kísérlet folyamán a négy különböző mértékű N-kezelés, a négy eltérő genotípussal három ismételtesben került beállításra, összesen 48 parcellán.

A 4,5 m x 15 m-es parcellák elrendezését a 3. ábra prezentálja.

Silókukorica

talajba. A kukorica vetése az áprilisi hűvös, száraz időjárás miatt csak 2022.május 4.-én történt, 73 ezer szem/ha vetési tőszámmal.

Vegetációs időszakban növény és talajminta vételezés ideje 2022.június 27-én, betakarítás előtt augusztus 24-én minden parcelláról.

Betakarítás, silózás ideje : 2022.08.26.

Növénymintavételek

Mivel a különböző kezeléseket tartalmazó parcellák a táblán belül folytatólagosan helyezkedtek el, a szegélyhatás megakadályozása érdekében a mintavételezés során a szélső sorokat egyik parcellánál sem vettük figyelembe. Parcellánként öt növénynél felvételeztük a teljes föld feletti biomassa zöldtömegét. Az első mintavételre 2022.június 27-én került sor, parcellánként 5 növényt felvételeztünk, a föld feletti teljes biomassa tömegét, minták fedett helyiségben történő száradása után a légszáraz tömeg visszamérését 2022.augusztus 26-án. A második mintavétel időpontja 2022.augusztus 24-én- betakarítás előtt, itt a légszáraz tömeg visszamérése október 16-án történt.

3.4 A vizsgált évek klimatikus adatai

Keszthely klimatikus adottságait bemutató adatokat az 1. táblázat tartalmazza részletesen. A táblázat adatait elemezve elmondható, hogy a vizsgálat tenyészidőszakának (2021 október – 2022 szeptember) időjárása a sokévi átlaghoz viszonyítva, a csapadék mennyiségét tekintve jelentősen szárazabb volt. A 2021 október – 2022 szeptember időszakban lehullott csapadék mennyisége 646,3 mm volt, ami kismértékben alulmúlja a sokévi átlagot. A nyári időszak középhőmérsékleti értékei is jóval meghaladták a sokéves átlagot.

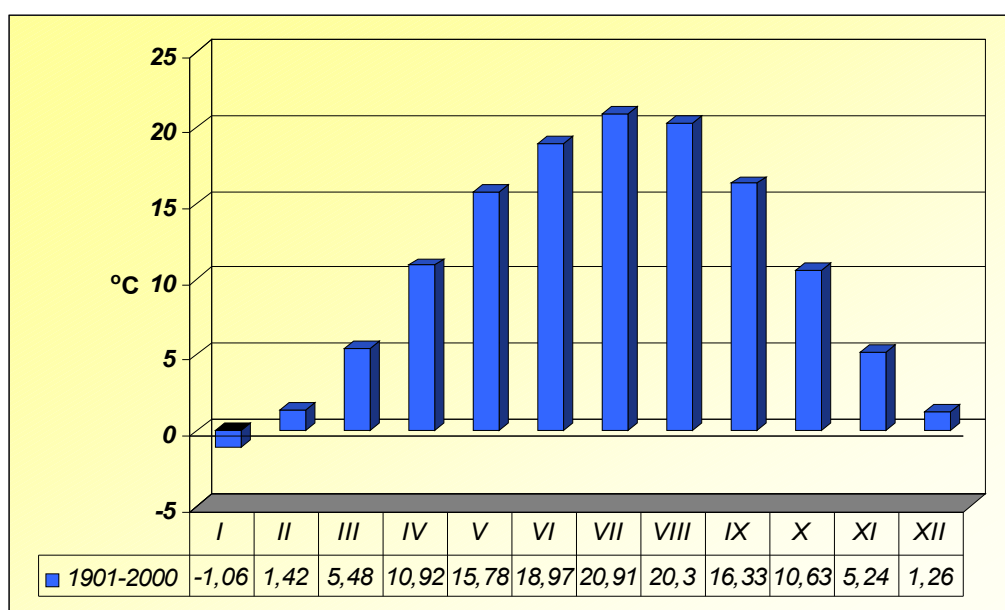
Az éves középhőmérséklet értékei mindkét évben jelentős emelkedést mutattak.

A tenyészidőszak átlagosnál szárazabb és melegebb időjárása jelentős abiotikus stresszhatást jelentett a teszt növényünk számára.

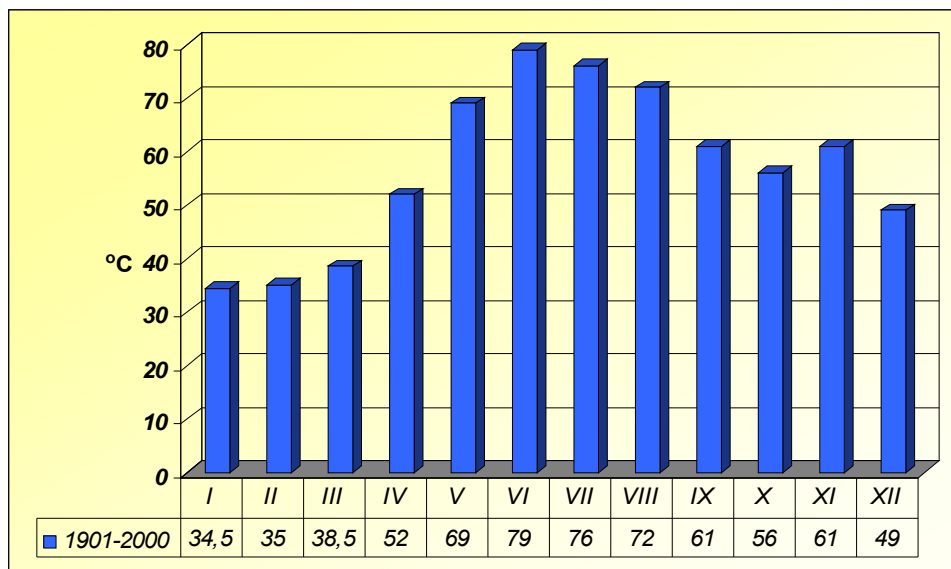
Hónapok	Csapadék (mm)			Középhőmérséklet (°C)		
	1901-2000	2021	2022	1901-2000	2021	2022
I.	34,5	22,6	8,9	-1,1	2,1	1,5
II.	35,0	19,0	17,6	1,4	2,8	5,0
III.	38,5	8,5	32,4	5,5	5,9	5,4
IV.	52,0	27,5	60,6	10,9	9,1	10,0
V.	69,0	92,5	38,2	15,8	14,0	17,3
VI.	79,0	3,0	140,6	19,0	22,1	21,7
VII.	76,0	69,2	41,0	20,9	23,2	22,4
VIII.	72,0	66,8	78,4	20,3	20,1	22,5
IX.	61,0	23,9	103,4	16,3	16,8	16,0
X.	56,0	32,9	7,6	10,6	9,6	12,8
XI.	61,0	52,2	56,9	5,2	5,9	7,0
XII.	49,0	40,1	54,2	1,3	2,9	2,6
Összes:	683,0	458,2	639,8	-	-	-
Átlag:	-	-	-	10,5	11,2	12,01

2. táblázat

Havi csapadék és középhőmérséklet értékek
(Keszthely, 2021 január – 2022 december)

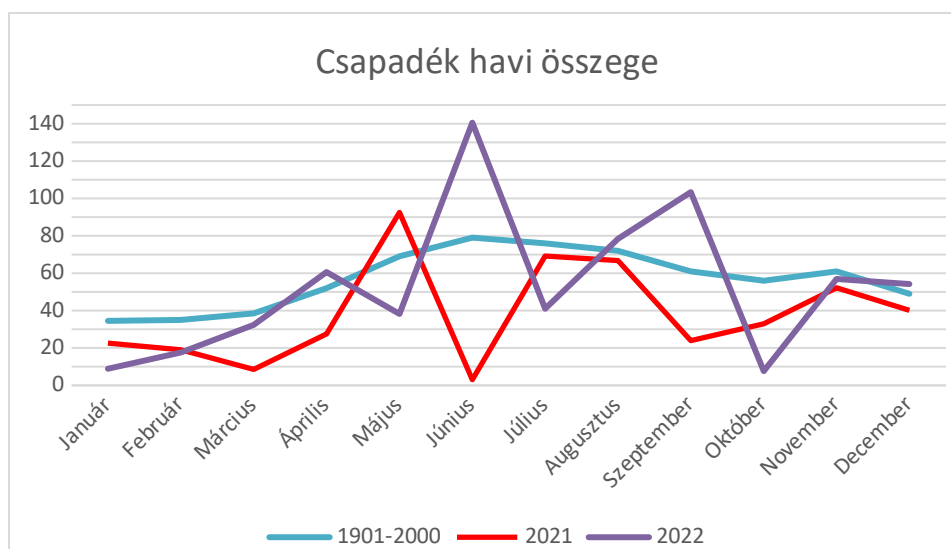


5. ábra Havi középhőmérsékleti értékek eloszlása százévi átlagok (Keszthely, 1901-2000) (Forrás: saját)



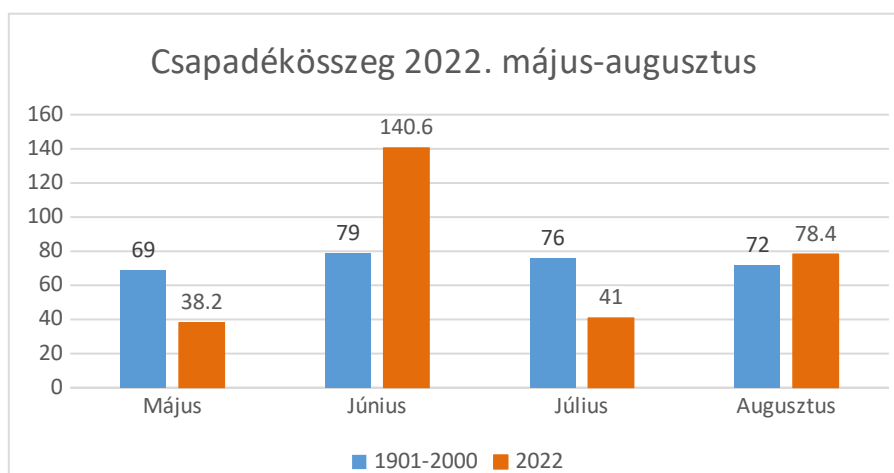
6.ábra A csapadék havi eloszlása százévi átlagok alapján (Keszthely, 1901-2000)(Forrás:saját)

Keszthely klimatikus adottságai a huszadik században.



7.ábra A vizsgált évek csapadékmennyisége és a huszadik század átlagai (Forrás :saját)

Fenti ábra adatait elemezve megállapítható, hogy a vizsgált évek csapadékmennyisége az elmúlt évszázad hullott csapadéknál általában kevesebb. A leginkább számottevő anomália a 2021. júniusi 3 mm és a 2022. júniusi 140,3 mm közötti különbség. A tenyészidőszakban (május-augusztus hónap) lehullott csapadék mennyisége 248 mm, átlag hőmérséklet 20,9 °C, a hőségnapok (30 °C feletti napi maximum hőmérséklet) száma: 29- ebből a betakarítás előtti héten kiemelkedően magas hőmérsékleteket mértünk. A csapadék eloszlása kedvezőtlen volt, a június hónapban rövid idő alatt hullott nagy mennyiség mellett május és július jóval elmaradt az átlagostól. A kukorica virágzásának idején –június második .dekádjától- július 1. dekádjának végéig- 60 mm csapadék hullott.



8.ábra Tenyésztőszőlők csapadékösszegeinek összehasonlítása 2022.

4. Vizsgálati eredmények és értékelésük

4.1. A adatfeldolgozás módszere

A kísérletekben betakarításkor mértük a földfeletti biomassza termés eredményeket, valamint a vegetációs idő elején a földfeletti biomassza eredményeket, előzőeken túl a növényi tápelemtartalom értékeket is meghatároztuk.

A kísérleti eredmények kiértékelése kéttényezős variancia-analízissel történt.

4.2. A júniusi mintavétel eredményei

A vegetációs idő eleji mintavétel alkalmával vételezett eredményeket a 4. és a 5. ábra mutatja be. A vegetációs idő kezdetén a júniusi mintavétel idején a N ellátás nem befolyásolta szignifikánsan a silókukorica föld feletti biomasszájának növekedését sem a zöld növénytömeg, sem a szárazanyag-tartalom esetében.

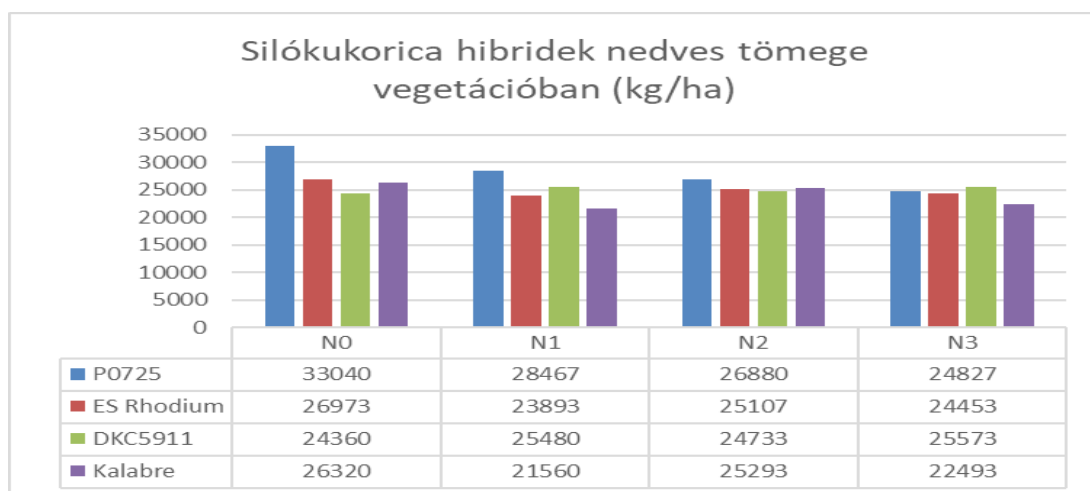
A genotípus hatása szintén nem volt szignifikáns ebben a stádiumban. A három ismétlés átlagában a N kijuttatás hatására kismértékű növekedés volt megfigyelhető.

A szárazanyagban kifejezett biomassza tömegek esetében az alábbi eredményeket mértük:

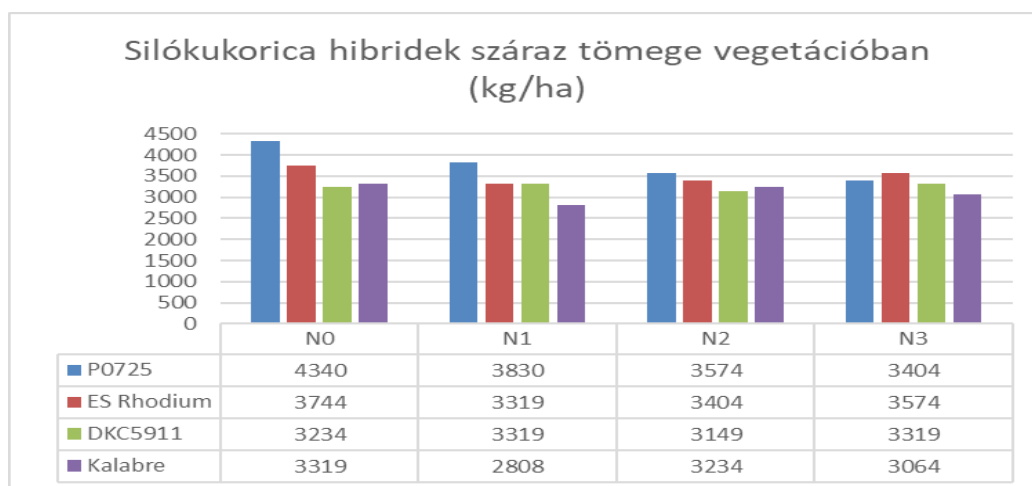
- N0: 3659 kg/ha
- N1: 3319 kg/ha
- N2: 3340 kg/ha
- N3: 3340 kg/ha

A genotípusok között a N kezelések átlagában szárazanyag tömegben az alábbi eredményeket kaptuk a genotípusok hatását a 9. és 10. ábra szemléltetik.:

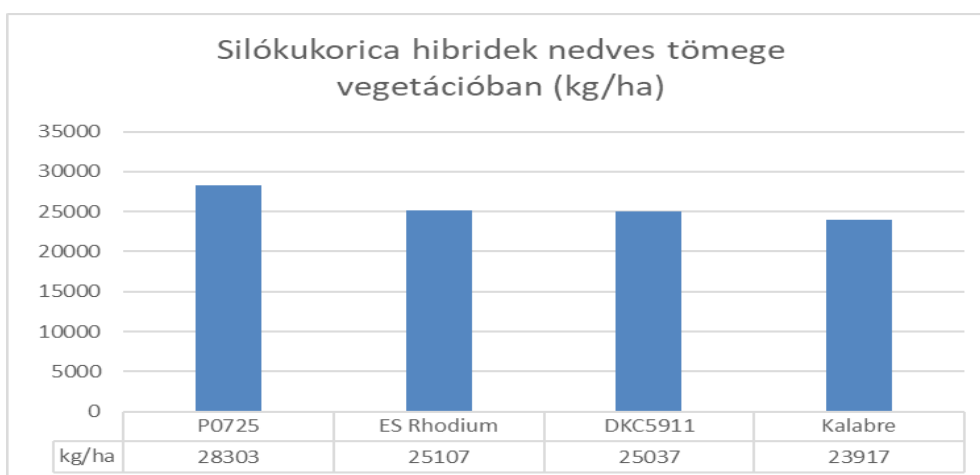
- PO725 3787 kg/ha
- ES Rhodium 3510 kg/ha
- DKC 3255 kg/ha
- Kalabre 3106 kg/ha



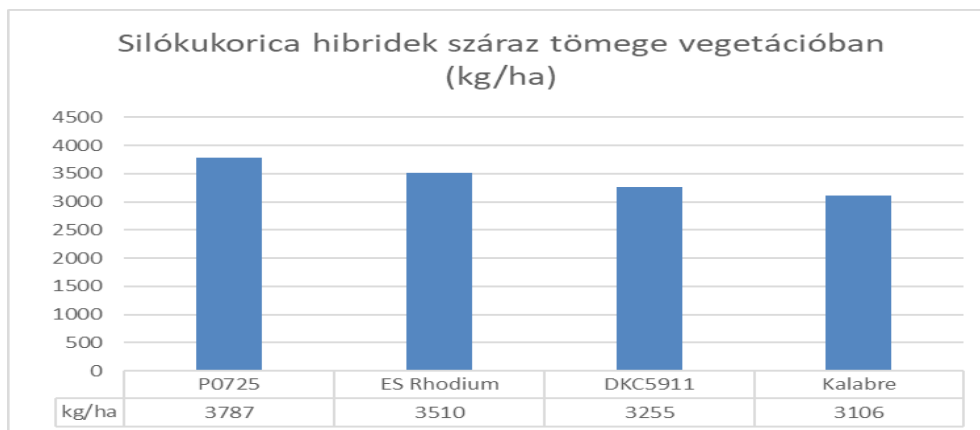
8.ábra. Júniusi zöld növénytömeg eredmények N adagok szerinti bontásban



9.ábra. A júniusi száraz növénytömeg eredmények a változó N adag függvényében



10.ábra Júniusi nedvestömeg eredmények genotípusok szerinti bontásban



11.ábra Júniusi száraztömeg eredmények genotípus szerint

4.3. A betakarításkor végzett mérések eredményei

A betakarítás időpontjában a növekvő N ellátás hatása nem befolyásolta szignifikánsan a silókukorica földfeletti biomasszájának tömegét.

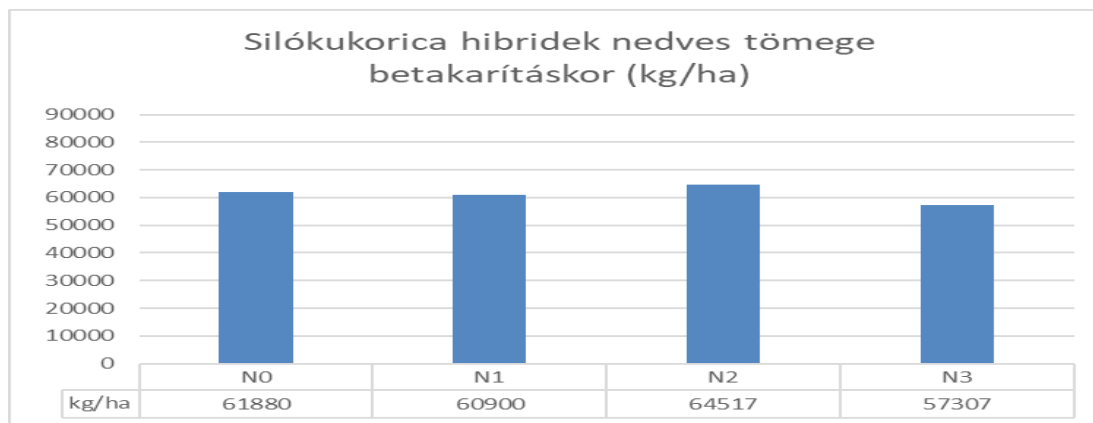
A genotípusok hatása viszont szignifikánsnak bizonyult.

A Kalabre hibrid zöld biomassza termése mindhárom másik kukorica hibrid termésénél szignifikánsan magasabb volt, a szárazanyagban kifejezett biomassza ugyanakkor csak az ES Rhodium és a DKC5911 termését haladta meg szignifikánsan.

A kísérletben szereplő hibridek terméseredményeinek szórása a N ellátás hatására megnövekedett a kontrollhoz viszonyítva. A növekvő N adagokra a DKC5911 hibrid tendencia szerű folyamatos termésnövekedéssel reagált (lásd kombinációk).

A genotípusok átlagában a N ellátás hatására az alábbiak szerint alakultak a nedves tömegek:

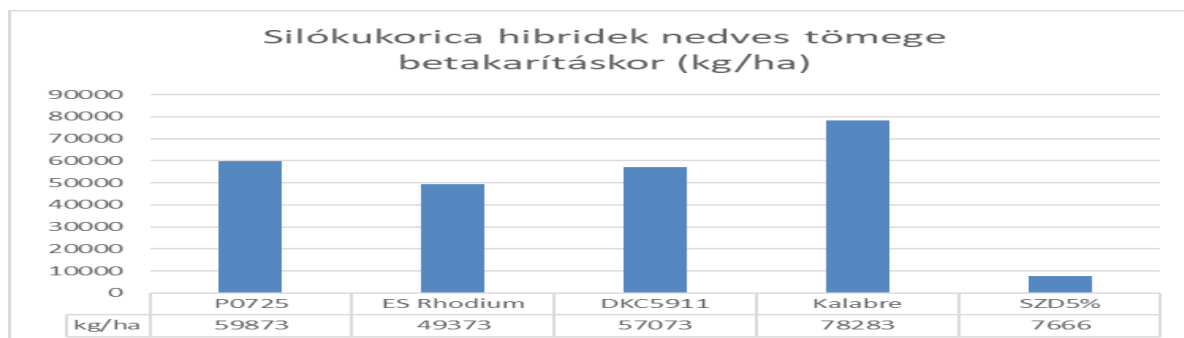
- N0 61880 kg/ha
- N1 60900kg/ha
- N2 64517 kg/ha
- N3 57307 kg/ha



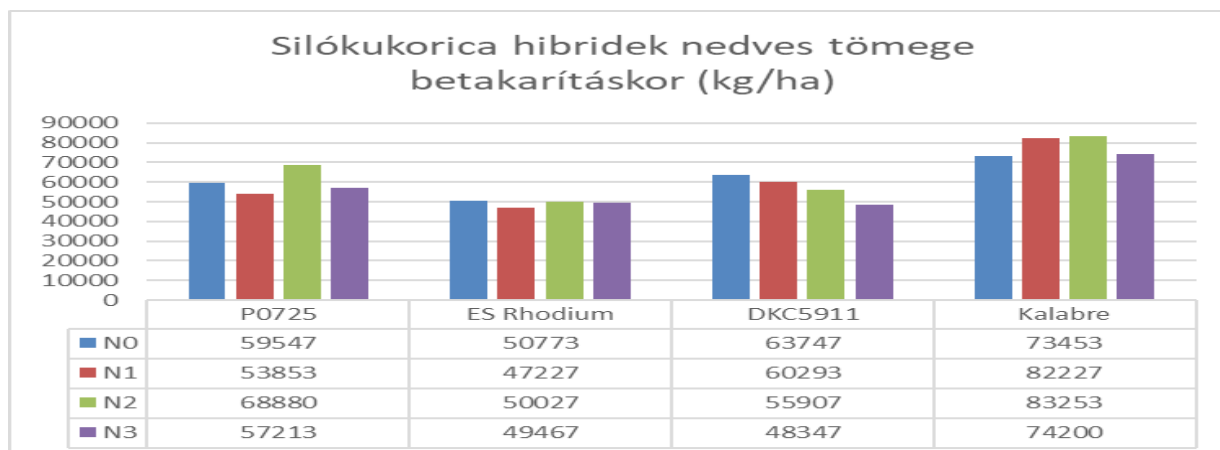
12.ábra *Betakarításkori nedvestömeg genotípusok átlagában N-ellátás befolyására*

A genotípusok nedvestömeg eredményeit a 13. ábra tartalmazza.

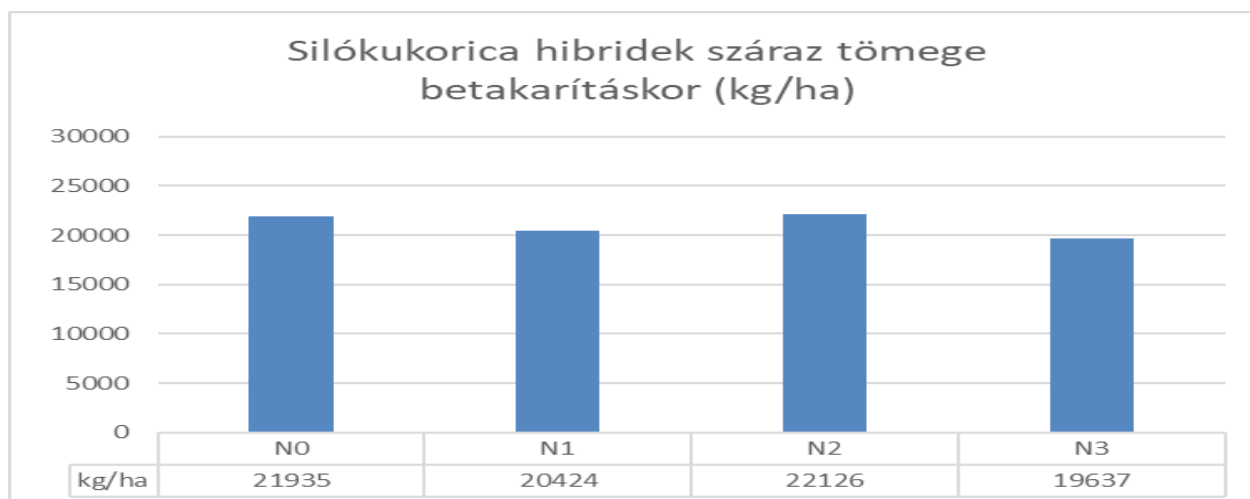
- PO725 59873 kg/ha
- ES Rhodium 49373 kg/ha
- DKC 3255 57073kg/ha
- Kalabre 78283kg/ha



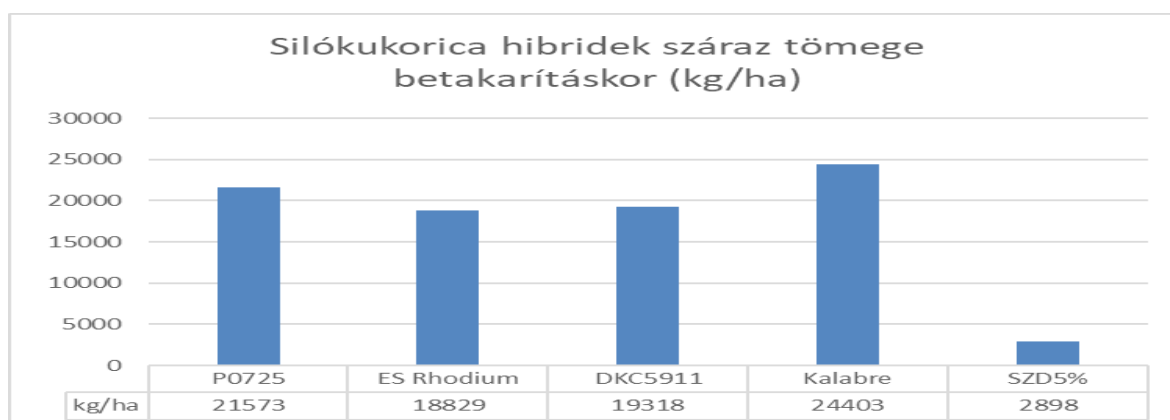
13.ábra.*Betakarításkori nedvestömeg genotípusok átlagában*



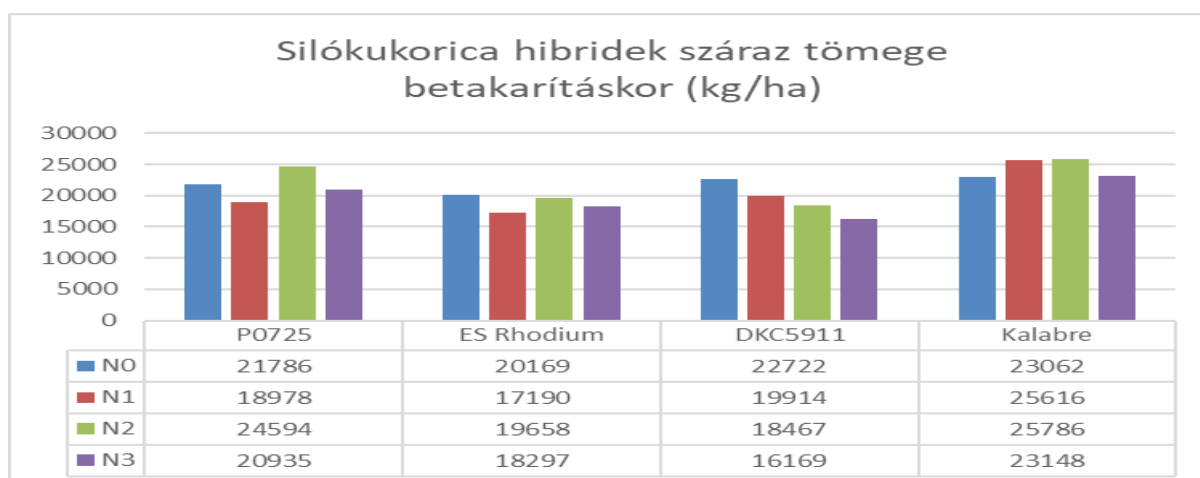
14.ábra. *Betakarításkori nedvestömeg Genotípusok-és N-kezelések átlagában*



15.ábra Betakarításkori száraztömeg N-ellátás befolyására



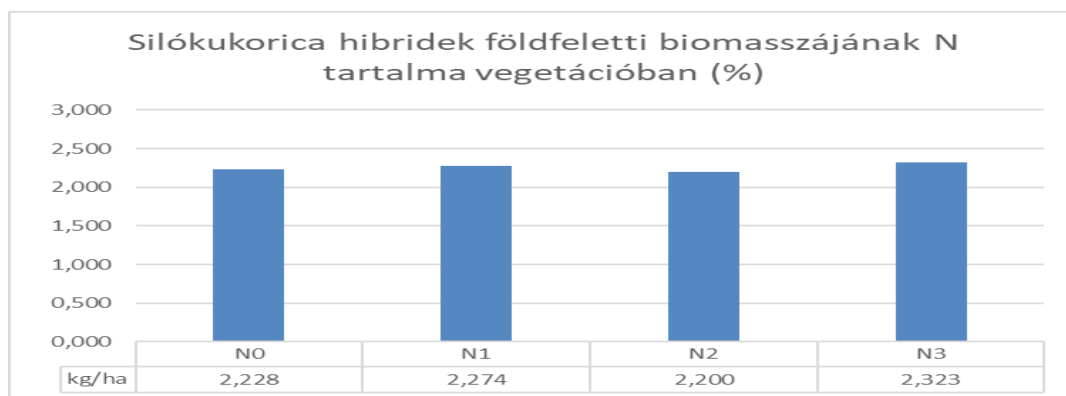
16.ábra. Betakarításkori száraztömeg genotípusok átlagában



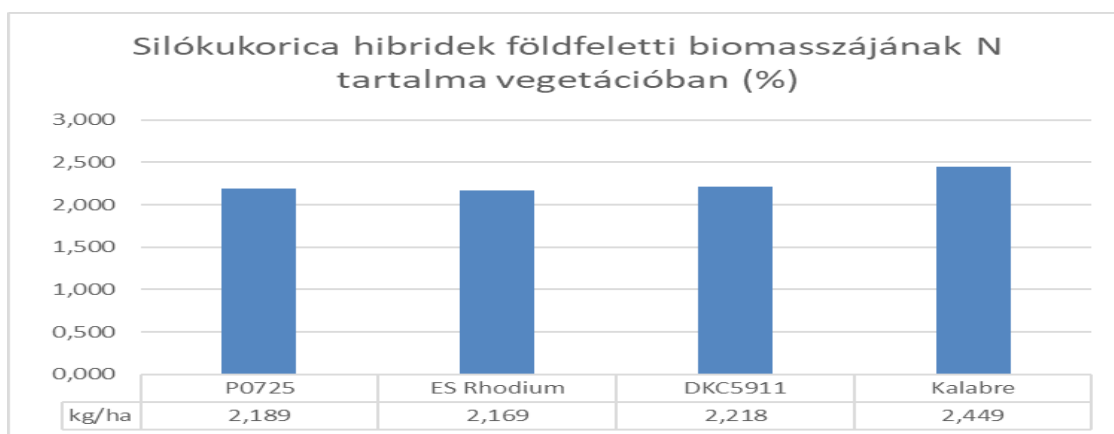
17.ábra. Betakarításkori száraztömeg Genotípusok-és N-kezelések átlagában

4.4. A silókukorica tápelemtartalma

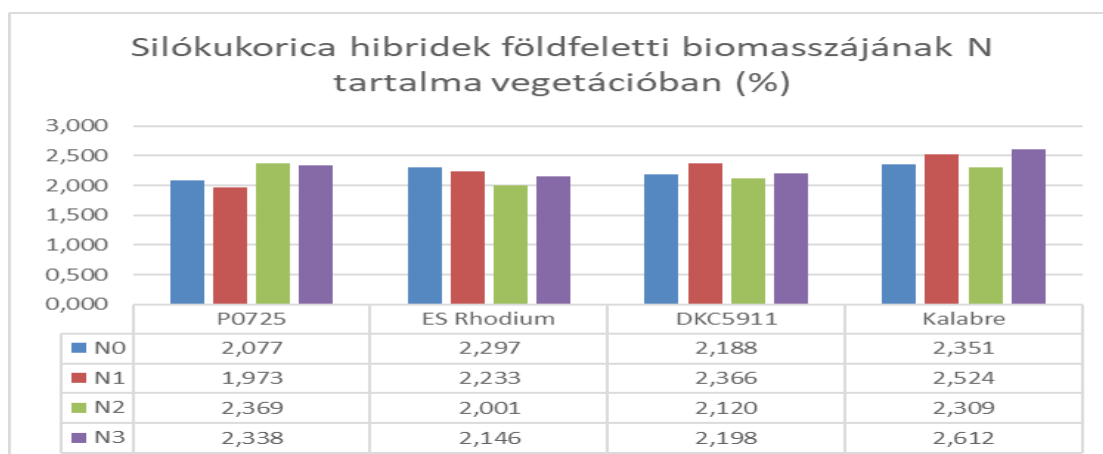
A silókukorica hibridek földfeletti biomasszájának N-tartalmát sem a növekvő N ellátás, sem a genotípus nem befolyásolta szignifikánsan. Ebben a korai vegetációs időbeli mintavételi időpontban a Kalabre hibrid – ami a legmagasabb természintet érte el - kissé magasabb N tartalommal rendelkezett, mint a másik három vizsgált genotípus.



18.ábra. *Silókukorica N-tartalma (%) vegetációban különböző N-ellátás hatására*

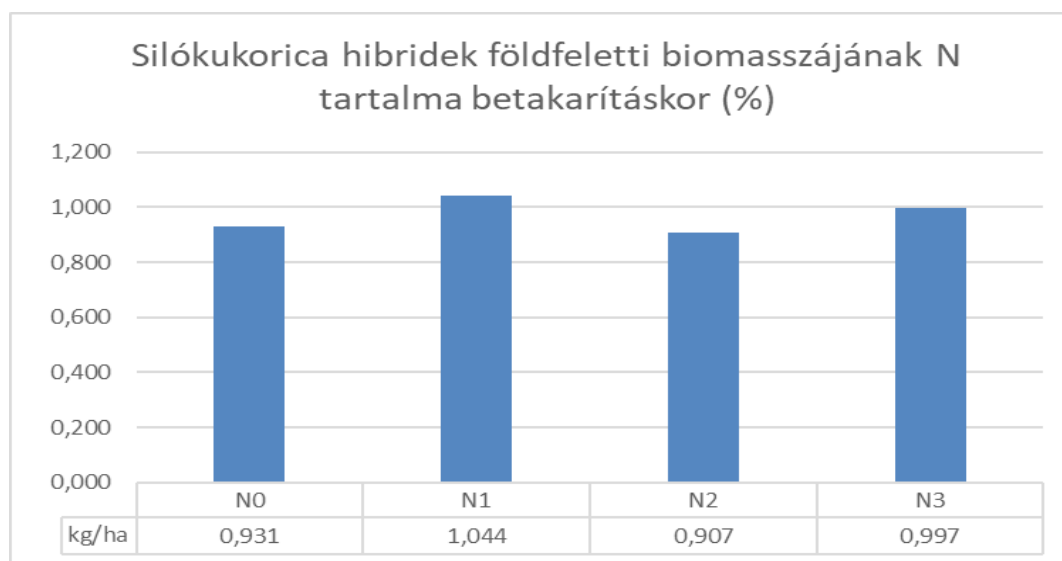


19.ábra *Silókukorica N-tartalma(%) vegetációban Genotípus hatására*

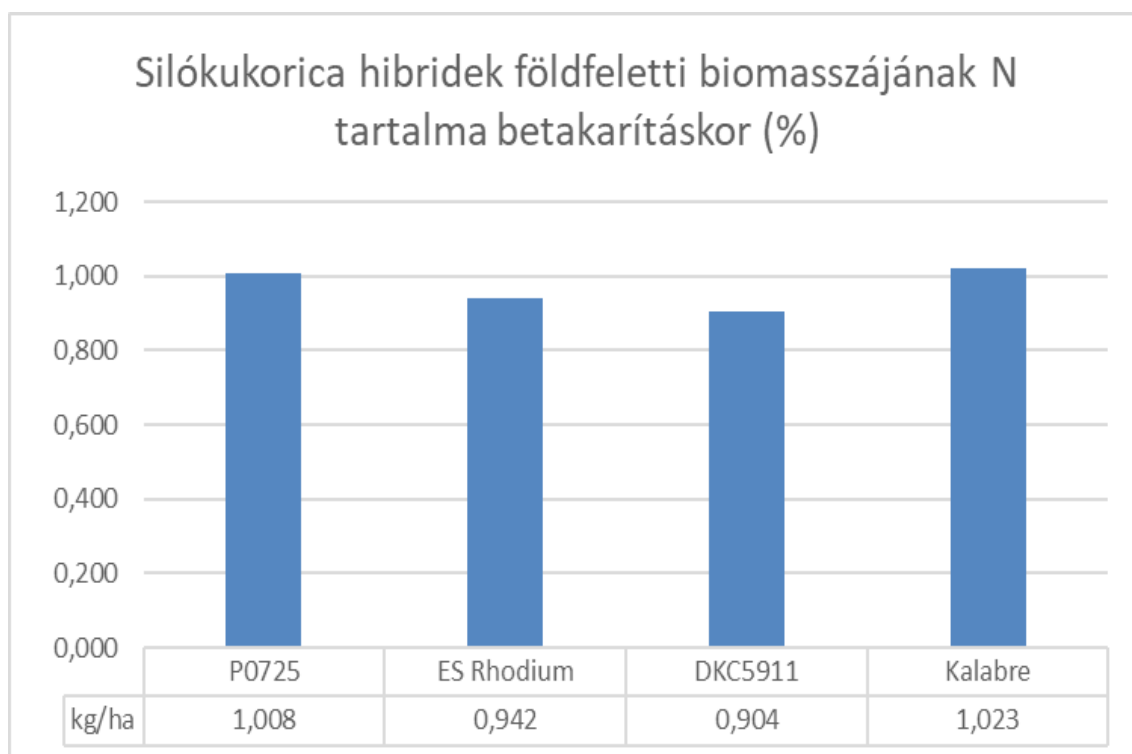


20.ábra *Silókukorica N-tartalma Genotípusok-és N-kezelések átlagában vegetációban*

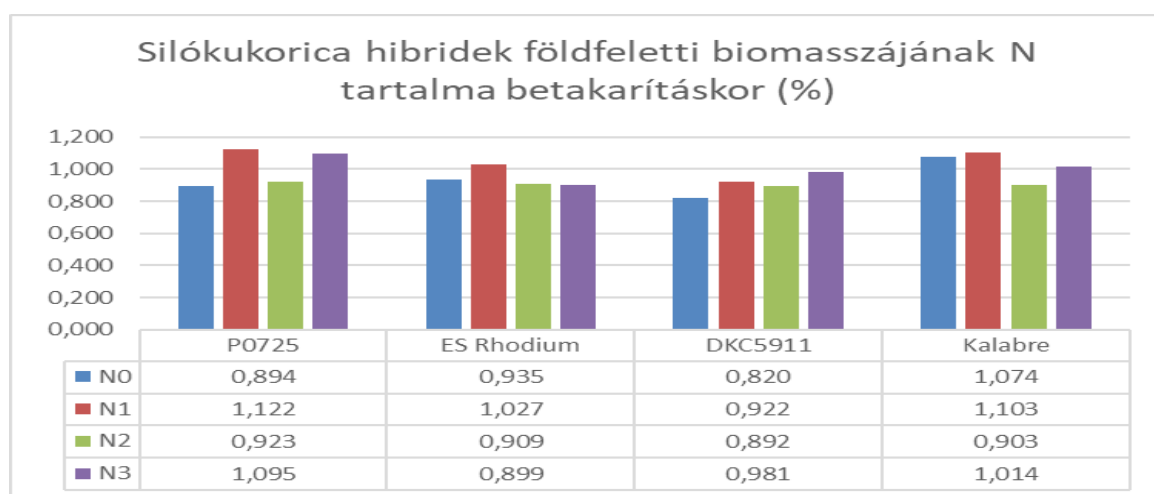
A földfeletti biomassza N-tartalmára vonatkozóan betakarításkor szintén nem mértünk szignifikáns különbséget sem a N ellátás, sem a genotípusok hatása között. A betakarítás időpontjára a N% értékek csökkentek és a genotípusok közötti különbség is lecsökkent.



21.ábra. *Silókukorica N-tartalma (%) betakarításkor különböző N-ellátás hatására*



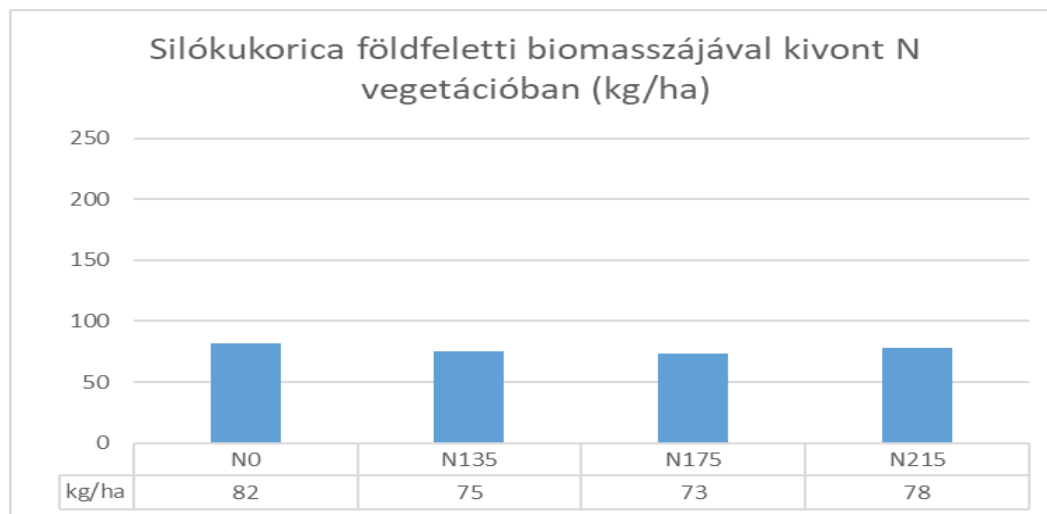
22.ábra. *Silókukorica N-tartalma (%) Genotípus hatására betakarításkor*



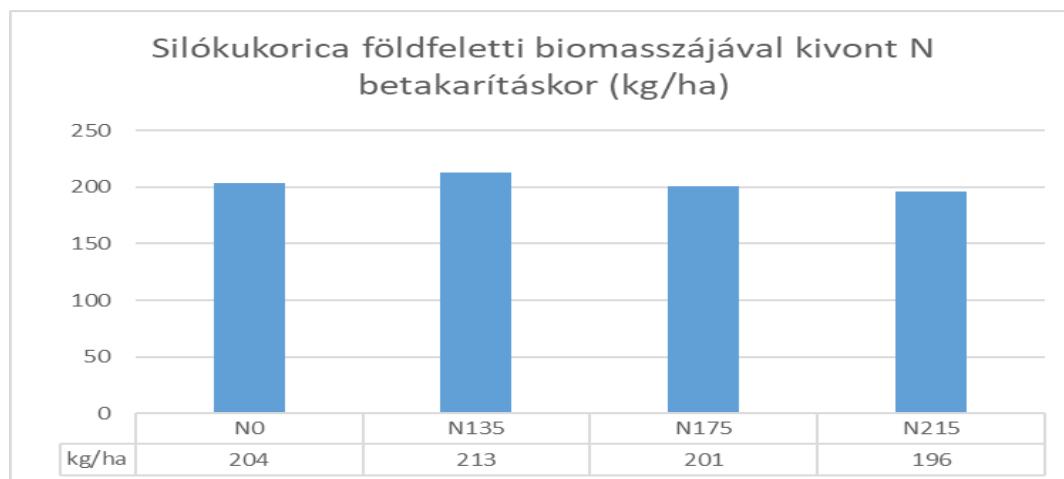
23.ábra *Silókukorica N-tartalma Genotípusok-és N-kezelések átlagában betakarításkor*

4.5. A silókukorica tápelemfelvétele

A silókukorica földfeletti biomasszájának tápelemfelvétele a júniusi mintavételi időpontban 73-82 kg N értékek között változott hektáronként, míg betakarításra 196-213 kg/ha N szintre emelkedett. A N ellátás és a genotípusok sem befolyásolták jelentősen a felvett (kivont) N mennyiségét.



23.ábra *Silókukorica tápelemfelvétele vegetációban, változó N-adagok hatására*



24.ábra *Silókukorica betakarításkori tápelemfelvétele változó N-adagok hatására*

4.6. Tápelem-mérleg

A növekvő N ellátás a silókukorica növény földfeletti biomasszája által kivont N tartalmat nem befolyásolta szignifikánsan. A genotípus hatása csak a terméstömeg esetében volt szignifikáns. A N tápelem mérleg a kontroll az N135 és az N175 kezelés esetén negatív volt, csupán az N215 szinten volt pozitív. A nitrát direktíva által megengedett maximális adagú N ellátás (N175) tehát nem volt elegendő a termés által kivont N biztosítására.

Kezelés	Kijuttatott N/ha	Földfeletti biomassza N tartalom (%)	Termés szá. kg/ha	Terméssel kivont N kg/ha	N tápanyag mérleg (kg/ha)
N0	0	0,931	21935	204	-204
N135	135	1,044	20424	213	-78
N175	175	0,907	22126	201	-26
N215	215	0,997	19637	196	19

5. Következtetések, javaslatok

A kiadagolt műtrágya legjobb hasznosulása a lehető legminimálisabb környezeti terhelés mellett hosszú évtizedek óta foglalkoztatja a növénytermesztésben a kutatókat, gazdálkodókat.

A genotípusok közötti minimális FAO-számbeli eltérés jó alapot biztosított a növényminták összehasonlításához.

A kétszer vett föld feletti teljes növényminta jó kiindulási alapot adhat a kísérlet későbbi megismétlésekor az évjárathatás fokának kiszűrésére.

Vízhiánnyal egyidőben élettani zavarok is keletkeznek, a négy különböző mennyiségű műtrágyaadag segít megállapítani, mennyi hatóanyagot képes még hasznosítani a növényünk.

A növényszám ugyanaz volt minden genotípusban, releváns kérdés lehet a későbbi hasonló kísérletek esetén, hogy ennek növelése/csökkentése milyen mértékben változtatja a termés hozamot.

Aszályos körülmények között pedig - számos kutatási eredmény támasztja alá, hogy - a N ellátás növekedésével gyakran termésdepresszió figyelhető meg, mivel jobb N ellátás mellett a növény pazarlóbban bánik a vízzel, mivel intenzívebbé válnak életfolyamatai és a sztomák hosszabb időn át vannak nyitott állapotban.

A növényállomány többlet párologtat, hamarabb elfogy a talajban a felvehető vízkészlet és hamarabb alakul ki vízhiány. A megfigyelt tendenciának elsősorban a P0725 hibrid N reakciója az oka, mivel ez a hibrid reagált leglátványosabban terméscsökkenéssel a N adagok növelésére. A P0725 hibrid különösen a kontrol parcellákon, de az N1 szint esetében is számottevően felülmúlta a többi hibrid produkcióját.

A teljes tenyésztési idején ható trágyázási módszerek összehasonlító vizsgálata (fejtrágyázás, levéltrágyázás, kijuttatási idő és mennyiségek) változatainak optimalizálása az adott fajta, talaj és időjárási körülményekhez - szinte kimeríthetetlen lehetőségeket ad mind a kis, mind a nagyparcellás kísérletekhez.

A silókukorica nagyszerű adottságait - rövidebb tenyésztési idő, jól beilleszthető a vetésváltásba, viszonylag kevés visszamaradó talómaradvány.

Silókukorica genotípusok közötti takarmányozási különbségek mérésére ajánlott lehet esetleg további állatkísérletekkel megállapítani a silózott takarmány hasznosulásának mértékét.

6.Összefoglalás

A tartamkísérletek kiemelkedő fontossága, tudományos értéke elvitathatatlan - rohamosan változó körülmények között-egyfajta indikátor mind az oktatásban és kutatásban,kutatók képzésében és végül,(de nem utolsósorban) a szaktanácsadásban.

A műtrágyahatás vizsgálatának több évtizedre visszatekintő hazai története,több helyszínen különböző környezeti körülmények között magasan képzett és elhivatott szakemberek vizsgálják a műtrágyázás hatását a környezetre,megismerni az adott termőhelyen a kukorica fajták természetes tápanyag hasznosító képességét,műtrágya- öntözővíz- és tőszám- reakcióját.

A műtrágyahatás leginkább meghatározó tényezők az időjárás, a talajtulajdonságok, az elővetemény-hatás,a talajművelés, a növényállomány kiegyenlítettsége és fontos figyelni a tápanyagfelvételére.

A tesztnövényünk négy különböző genotípusa, kéttényezős kísérlet egyik tényezője a változó adagú N-műtrágyázás, másik pedig maga a genotípus volt.

A kísérleti időszak (2021.október –2022. szeptember) a sokévi átlaggal összehasonlítva lényegesen szárazabb és melegebb volt, ennek ellenére a kísérleti eredmények értékelhetők voltak.

Mivel a hasonló időjárási körülmények egyre gyakoribbak, ezért fel kell készülnünk, hogy a lehető legjobban tudjunk alkalmazkodni. A klímaváltozás kedvezőtlen hatásaira agrotechnikai válaszokat is adhatunk: kedvező vetésváltás, okszerű talajművelés, környezetbarát műtrágya használat valamint hatékony,integrált növényvédelem is javíthatja növénytermesztési eredményeink sikerességét.

A talaj mélyebb rétegeiben történő elemmozgások és ezek ionformáinak változásáról további vizsgálatok segítségével összefüggéseket találhatunk. Nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy minden egyes termőhely mikroelem-tartalma szignifikáns eltérést okozhat a kijutatott műtrágya értékesülésében.

A kísérleteink eredményei rámutattak arra, hogy a vegetációs időszak elején a silókukorica kevésbé reagálta le a N- ellátottságban kialakított különbségeket.

A genotípusok között a vegetációs idő első időszakában még nem,csak a betakarítás időszakára alakult ki jelentős (szignifikáns) különbség a produkcióban, amikor megmutatkozott, hogy mely hibrid javasolható intenzívebb, mely pedig kevésbé intenzív körülmények közé.

A tápelem mérlegek rámutattak arra, hogy az 59/2008. (IV. 29.) FVM rendelet („nitrát direktíva”) előírásai szerinti maximálisan megengedett N adag (175 kg/ha) mellett a tápelem mérleg negatív volt. Javasolható tehát az adott talajtípuson a silókukorica esetében a maximális érték felül bírálata.

7.A szakirodalom jegyzéke

- Balogh , J., Fóti Szilvia, Gecse, B., & et al. (2016). *NÖVÉNYÖKOLÓGIA*. Gödöllő: Szent István Egyetem,Növényteni és Ökofiziológiai Intézet. Letöltés dátuma: 2023. április 10, forrás: http://nofi.mkk.szie.hu/sites/default/files/files/novenyokologia_2016_0.pdfpp.45-48.
- Bocz , E. (1992). *Szántóföldi növénytermesztés*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.pp.69-308.
- Debreczeni , B., & Németh, T. (2009). *Az országos műtrágyázási tartamkísérletek*. Budapest: Akadémiai Kiadó.pp.292-352,
- Dr.Kismányoki , T. (2009. 12 2014.03.03.). *www.Agronaplo.hu*. Letöltés dátuma: 2023. április 4, forrás: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2009/12/szantofold/miert-fontosak-a-gyakorlati-termesztoknek-a-tartamkiserletek>
- Győrfy , B., I'só, I., & Bölöni, I. (1965). *Kukoricatermesztés* . Budapest: 1965.pp.9-310.
- Győri, Z., & Győriné Mile, I. (2002). *A kukorica minősége és feldolgozása*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház.pp.58
- Hoffmann, S., & Vincze, L. (2014. 06. 19). *Agronaplo.hu*. Letöltés dátuma: 2023. 04 19, forrás: <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2004/9/szantofold/silotakarmany-novenyek-kukorica-cirok-termesztese-betakaritasa-szilazskeszites>:
<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2004/9/szantofold/silotakarmany-novenyek-kukorica-cirok-termesztese-betakaritasa-szilazskeszites>
- Ivány, K., Kismányoki, T., & Ragasits, I. (1994). *Növénytermesztés* . Budapest: Mezőgazda Kiadó.pp.169.
- Kádár , I. (1997). *A NÖVÉNYTÁPLÁLÁS ALAPELVEI ÉS MÓDSZEREI*. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete .pp.302.
- Káta, J. (2011). Talajökológia. *Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése- TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt*. Letöltés dátuma: 2023. április 10, forrás: https://dtk.tankonyvtar.hu/bitstream/handle/123456789/7453/0010_1A_Book_adaptalt_01_Talajokologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y pp.26
- Kiss, G. C. (2013).
https://www.researchgate.net/publication/332676688_Near_infrared_spectroscopy_NIT_analysis_of_maize_hybrids_starch_content/fulltext/5cc30ecea6fdcc1d49b0ff51/Near-infrared-spectroscopy-NIT-analysis-of-maize-hybrids-starch-content.pdf. Letöltés dátuma: 2023. 04 23, forrás:
https://www.researchgate.net/publication/332676688_Near_infrared_spectroscopy_NIT_analysis_of_maize_hybrids_starch_content/fulltext/5cc30ecea6fdcc1d49b0ff51/Near-infrared-spectroscopy-NIT-analysis-of-maize-hybrids-starch-content.pdf
- Láng , G. (1976). *Szántóföldi növénytermesztés*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.pp.125
- Láng, G. (1970). *A növénytermesztés kézikönyve 1-2* (1. kötet). (P. Sárközy, Szerk.) Budapest: Mezőgazdasági kiadó.pp245.
- Máté, B. J. (2020. 10 20). Klímaváltozás hatása az egyes hazai szántóföldi növényekre. Klímapolitikai Intézet, Magyarország , Magyarország . Letöltés dátuma: 2023. 01 03, forrás: <https://klimapolitikaiintezet.hu/elemzes/klimavaltozas-hatasa-az-egy-es-hazai-szantofoldi-novenyekre>

- Menyhért, Z. (1979). *Kukoricáról a termelőknek*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.pp.50-315.
- Menyhért, Z. (1979). *Kukoricáról a termelőknek*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.pp.47-320
- Menyhért, Z. (1985). *A kukoricatermesztés kézikönyve*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó.pp.145-235.
- Nagy, J. (2021). *Kukorica A nemzet aranya-Élelmiszer,takarmány,bioenergia*. Budapest: Szaktudás Kiadó.pp.14-297.
- Pepó, P. (Szerk.). (2019). *Alapnövények -Integrált Növénytermesztés 2*. Budapest: Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó.pp86-347.
- Radics, L., Borsos, J., Pusztai, P., Szemán, L., & Tomposné, L. V. (1994). *Szántóföldi Növénytermesztéstan*. (L. Radics, Szerk.) Budapest: Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem;Kertészeti Kar. pp.113-114.
- Surányi, J., & Mándy, G. (1955). *A kukorica- (Magyarország kultúrflórája)*. Budapest: Akadémiai kiadó. pp.24.
- Szieberth, D., & Széll, E. (1998). *Amit a kukoricatermesztésről a gyakorlatban tudni kell*. Budapest: Agroinform Kiadó és Nyomda Kft.pp.52-80.

Internetes források

1. Internet 1 Dr. Kismányoki Tamás:

Miért fontosak a gyakorlati termesztoőknek a tartamkísérletek?

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2009/12/szantofold/miert-fontosak-a-gyakorlati-termesztoeknek-a-tartamkiserletek> Megtekintés dátuma 2023.04.04

2. Internet2

Mi alapján válasszunk nitrogén műtrágyát? (1. rész)

<https://talajreform.hu/tudasbazis/nitrogen-mutragya-kivalasztasa-nitrifikacio-megkotes/>
Megtekintés dátuma: 2023.04.08.

3. Internet 3

Hoffmann, S., & Vincze, L: Silótakarmány növények (kukorica, cirok) termesztése, betakarítása, szilázskészítés

Hoffmann, S., & Vincze, L. (2014. 06. 19). *Agronaplo.hu*. forrás:
<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2004/9/szantofold/silotakarmany-novenyek-kukorica-cirok-termesztese-betakaritasa-szilazskeszites>: Megtekintés dátuma: 2023. 04. 19.

4.INTERNET 4

A kísérletben használt négy genotípus tulajdonságairól információk innen:

-PO725: <https://www.agro-store.hu/vetomagvak/ipari-noevenyek-nagy->

kiszereles/takarmany-silo-es-csemege-kukorica/vmpiop0725-p0725-kukorica-vetomag-80-em-detail/index.php

-ES RHODIUM : https://api.lidea-seeds.hu/uploads/2021/10/es_rhodium.pdf

-DKC5911-https://www.dekalb.hu/documents/131312/1222044/Dekalb_kukorica_katalogus_2022-23_compressed.pdf/61c8c680-b058-4965-85c8-d8358a99b364

-KALABRE:

<https://www.kite.hu/vetomag-palanta-oltvany/kukorica/kalabre-hibrid-kukorica/23/810>

Köszönetnyilvánítás

Elsőként szeretnék köszönetet mondani Dr. Tóth Zoltán Tanszékvezető, Egyetemi docensnek, aki fáradhatatlanul segítette munkámat és hasznos tanácsokkal, meglátásokkal járult a dolgozatom szakmai értékének növeléséhez.

Továbbá köszönettel tartozom a Georgikon Campus Agronómia Tanszék összes dolgozójának, hogy részt vehettem a szakdolgozati témám alapjául szolgáló kísérletben és a sok segítséget, melyet a kísérletek során nyújtottak. Köszönetet szeretnék mondani a MATE Georgikon Campusának minden Oktatójának is, Csoporttársaimnak a két szép évért. Ajánlanám elkészült szakdolgozatomat egykori Tanárainak a keszthelyi Nagyváthy János Mezőgazdasági Szakközépiskolában. Kiemelkedő szakmai tudással bírtak, és Emberséget tanultunk ott mindannyian.

Hálámat szeretném kifejezni -néhai- Szüleim, Testvéreim, és Családom felé, akik mindenben mellettem álltak, türelmükkel és támogatásukkal járultak hozzá a szakdolgozatom elkészültéhez.

NYILATKOZAT

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

A hallgató neve: LUKÁCS LÁSZLÓ
A Hallgató Neptun kódja: VXXPEY
A dolgozat címe: Nitrogén műtrágya hatásának vizsgálata
négyféle kukorica-genotípus produkciójára kárlikutatókban.
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: NATE UTI AGROKÉMIA 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, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

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

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

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

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

Kelt: 2023. év 05. hó 03. nap



Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A LUKÁCS LÁSZLÓ (név) (hallgató Neptun azonosítója: WXP74)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a
záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfólió¹ áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védelemre
javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: 2023 év május hó 3. nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.