

SZAKDOLGOZAT

Szarka Vince Máté
Mezőgazdasági mérnöki szak

Gödöllő
2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus Campus
Mezőgazdasági Mérnök Szak**

Agrotechnika hatása a kukorica termésminőségére és átlagára

Belső konzulens: Tarnawa Ákos
Egyetemi docens

Készítette: Szarka Vince Máté
CJKMHO
nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Növénytermesztési-
tudományok Intézet
Agronómia Tanszék

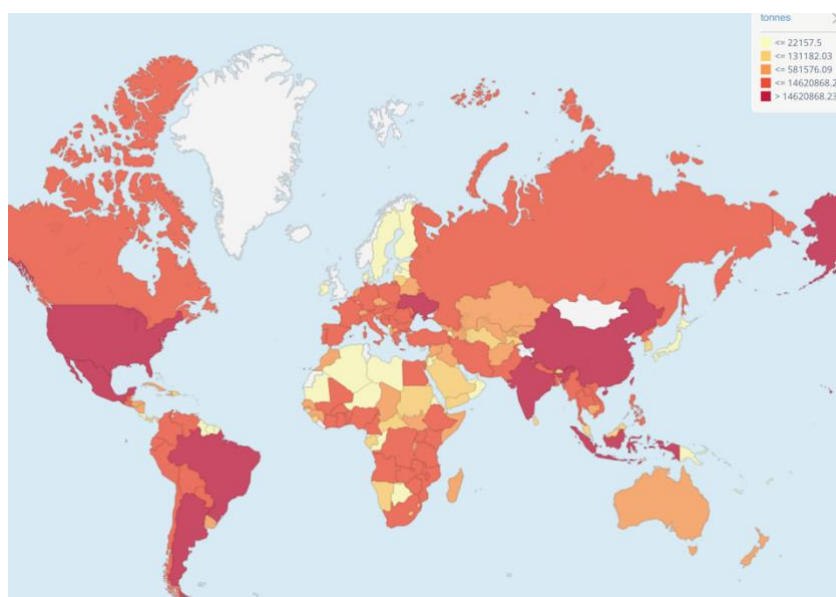
**Gödöllő
2023**

Tartalom

1. Bevezetés	3
1.1 Származása	4
1.2 Célkitűzések	5
2. Szakirodalmi áttekintés	6
2.1 Kukorica morfológiája	6
2.2 A kukorica termesztésének agrárökológiai feltételei	7
2.2.1 A kukorica éghajlatigénye	7
2.2.2 A kukorica talajigénye	8
2.2.3 A kukorica vízigénye	9
2.3 Kukorica termesztésének agrotechnikai elemei	11
2.3.1 Kukoricának a növényi sorrendben elfoglalt helye	11
2.3.2 Kukorica tápanyagigénye (nitrogénre fókuszálva)	12
2.3.3 Talaj előkészítése	13
3. A Vizsgálatok módszerei	15
3.1. A kísérlet helyszíne	15
3.2, A kísérlet beállítása	16
3.3, A kísérlet kezelései	17
3.3. Labor mérések	19
3.4. Időjárási körülmények	19
4. Eredmények	22
4.1. Morfológiai változások	22
4.2. Beltartalmi mérések	26
5. Következtetések és javaslatok	28
6. Összegzés	29
7. Köszönetnyilvánítás	31
8. Irodalomjegyzék	32

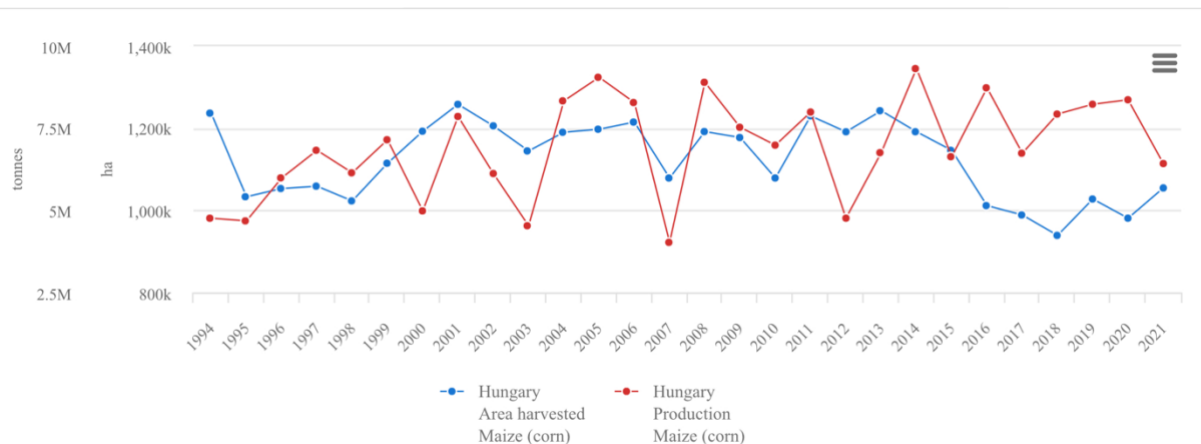
1..Bevezetés

A kukorica széles körben elterjedt és az egyik legjelentősebb kultúrnövényünk a búza és a rizs mellett. A kukorica fontos szerepet játszik az emberiség élelmiszeriparában, takarmányozásában és különböző iparágakban, mint például bioetanol gyártásban. A kukorica szinte az összes földrészen termeszthető, kivéve az Antarktiszon (Sipos 2009). Ennek a globális kiterjedtségnek az oka a növény különböző adaptív képességei, illetve az évszázadok alatt elvégzett célzott nemesítői munka (Pepó és Sárvári 2011).



1.ábra: Kukorica termesztése a világon (<https://www.fao.org/home/en/>)

A kukorica termésterülete 2021-ben a világon meghaladja a 205 millió hektárt, átlag termésmennyisége megközelítőleg 5,9 t/ha (https1). A legnagyobb termesztői a világon az Egyesült államok, Kína, Brazília és Mexikó (https1). Az USA még a vezető kukorica exportőr világszerte, majd utána következik Brazília, Ukrajna és Argentína. A legnagyobb importőrök Japán, Mexikó, Dél-Korea és Egyiptom (https2). Az Európai Unióban az összes termésmennyiség meghaladja a 140 millió tonnát, ez a mennyiség körülbelül 20 millió hektáron termett meg. A legnagyobb termesztői az Unióban egyértelműen Franciaország több mint 14 millió tonnával. Ennek leginkább az oka az öntözéses gazdálkodás. Magyarországon a kukorica vetésterülete 2021-ben több mint 1 millió hektár volt, az átlagos termésátlag pedig körülbelül 6 tonna hektáronként. Az ország összes kukorica termése pedig meghaladja a 6,4 millió tonnát.



2.ábra: Magyarország kukorica termésmennyisége (Forrás: <https://www.fao.org/home/en/>)

A kukorica minél szakszerűbb termesztése elkerülhetetlen. A népesség folyamatos növekedése miatt nő az évenkénti kukoricaszükséglet. A fejlődő országokban még bőven van terület amit mezőgazdasági termelés alá lehet vonni, de a modernebb nyugati országokban ezen területek száma véges, sőt van, hogy egyre kevesebb lesz. Ezért a termesztéstechnológiák folyamatos kötelező fejlődésre vannak ítélve. Ezen felül még a bioetanol gyártás is egyre hangsúlyosabbá váló ágazattá növi ki magát (Pepó és Sárvári 2011). Ezen kívül a legtöbb országban a legfontosabb takarmánynövényként és energiahordozóként tartják számon (Antal 2005). Magyarországon elsősorban takarmánynövényként hasznosítják. Ez körülbelül a megtermelt kukorica 89%-a (Futó és Bencze 2017). Magyarországon a fellépő igények kielégítése céljából folyamatos nemesítés zajlik. Az ország talaj- és éghajlati viszonyai miatt a nemesítés főként a FAO 300-as érési csoportú hibridekre koncentrálódik. A fő cél, olyan növények létrehozása, amelyek ellenállóak a klímaváltozás negatív hatásaira, mint például a szárazság, a magas hőmérséklet és az erős UV-sugárzás (Hardi 2013).

1.1 Származása

A kukorica őshazáját Amerikának tekintjük (Zsirai 1978), bár egyértelmű megállapítás nincs arról, hogy pontosan hol is található a kukorica géncentruma. Amerika felfedezésekor a kukorica már a teljes kontinensen elterjedt növény volt (Pepó és Sárvári 2011). Észak- és Dél-Amerikában is a legfontosabb kultúrnövénynek számított. 1493-ban Kolumbusz Kristóf hozta be az öreg kontinensre és az egyből elterjedt a Földközi tenger környékén (Láng 1976), különösen Spanyolország, Franciaország, Németország és Egyiptom területén. Magyarországra

először 1590-ben került Olaszországból, Dalmáciából, de még Erdélyből is érkezett. Az első írásos forrás, a kukorica termesztéséről Magyarországon 1911-ből származik (Antal 2005).

1.2 Célkitűzések

Szakdolgozatom céljaul tűztem ki, hogy megvizsgálom, egy vegetációs időszakon belül, mekkora hatása van a tőszámnak és a nitrogén mennyiségének a kukorica morfológiájára, illetve a termés minőségére és átlagára.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Kukorica morfológiája

A kukorica (*Zea mays*) a növények zárvatermő törzsébe (Angiospermatophyta), az egyszikűek osztályába (Monocotyledonopsida), a Graminales rendbe, a Gramineae családjába és a *Zea* nemzetségbe tartozik. A *Zea* nemzetségbe csak a kukorica tartozik, tehát az monotipikus (Soó 1953).

A kukorica gyökerei széles területet fednek le a talajban, átszöve azt. Kétféle gyökérzetet különböztetünk meg egymástól: az elsődleges és a járulékos (másodlagos) gyökérzetet. Az elsődleges gyökerek akár 2 méter mélyre is elérhetnek (Antal 2005), míg a járulékos gyökerek fontos szerepet játszanak a víz- és tápanyagfelvételben (Csajbók 2012). A finom hajszálgyökerek a talajfelszín közelben lévő kevés csapadékot, lecsapódó harmatot is képesek felszívni. A kukorica úgynevezett harmatgyökereket (Antal 2005) képez a talajfelszín fölött lévő nóduszokból, ez növeli a stabilitást és megakadályozza a növekvő szár kidőlését. A harmatot is képes hasznosítani.

A kukorica szára vastag és merev, általában 150-250 cm hosszú, de akár 60-350 cm is lehet (Csajbók 2012). Teljes hosszában bélszövettel van kitöltve, ami magyarázza a tömörségét. A szár nóduszokra van osztva, amelyek internódiumokat képeznek (Antal 2005), melyek száma fajtánként változó és egy részük a talajban található (Csajbók 2012). A szártagokat levélhüvely borítja, aminek fontos szerepe van a szárszilárdság növelésében (Antal 2005). A száron található szártag vályú is, ami hozzájárul a szilárdsághoz. Oldalrügyek találhatóak a levélrügyek alatt, melyeknek köszönhetően a kukorica képes mellék- vagy fattyúhajtásokat fejleszteni. Ezek a fattyúhajtások asszimilációs tevékenységükkel segítik a főhajtás termésképzését. Általában 1-3 darabot szoktak kifejleszteni, de néha akár 10-et is (Csajbók 2012).

A kukorica levele három részből áll. A levéllemezből, levélhüvelyből és a nyelvecskéből állnak (Láng 1976). A levéllemez hossza 30-100 cm, szélessége pedig általában 5-15 cm. A levél széle általában szőrözött, párhuzamos erezettel rendelkezik és közepén egy jól kifejtett, világos középvonal található, amely kidomborodik a fonákon. A levélhüvely szilárdító és védelmező szerepet tölt be a szárral szorosán körülvéve, míg a nyelvecske a levéllemez és a levélhüvely találkozásánál helyezkedik el. Megakadékozza, hogy a csapadék a szár és a levélhüvely közé szivároгjon. A kukorica levelei a szárcsomókból erednek, így a számuk megegyezik a föld feletti nóduszok számával és általában átellenesen helyezkednek el

a száron, de nem mindig szabályosan (Csajbók 2012). Általában 8-14 kukoricalevél található, bár ritka esetekben ez az érték akár elérheti a 14-38 közötti tartományt is (Antal 2005).

A kukorica egy egylaki, vált ivarú növény, amelynek termős torzsavirágzata a levelek hónaljából fejlődik ki. A kalászkák, amelyek rend szerint két-két nővirágból állnak a csövön, a torzsavirágzat tengelyén párosával helyezkednek el. Általában csak az egyik virágból fejlődik ki bibeszál, amelyeken apró fogószőrök segítik a pollen tapadását (Nielsen 2010). A bibeszálak a csuhélevelek közül bújnak ki és egész felületükön képesek befogadni a pollen hímivarsejtjeit. (Antal 2005). A porzós hímvirágok a címervirágzatban helyezkednek el, amelyek a hajtás csúcsán találhatóak és bugaalakúak. Egy címeren körülbelül ezer kalászka található, amelyekben a pelyva két hím virágzatot takar el. A hím virágzatokban három a porzószálon csüngő porzó található, amelyekben a polleneket a pórusokon keresztül juttatják ki a környezetbe. A kukorica pollen kibocsátása nagyon nagy mennyiségben történik (-40 millió darab) és a szám függ a hibridtől (Burucs 2017).

A kukorica szemtermése magába foglalja a terméshéjat és a maghéjat (ezek összenőttek), az endospermiumot és a csírárt. Az endospermium külső része az aleuron réteg. A szemtermés belső része lehet üveges vagy lisztes, amelyek elhelyezkedése változó (Antal 2005). Az alakja lehet hosszúkás, gömbölyű vagy lapított, míg a színét a három rétegű terméshely határozza meg, amely lehet sárga, fehér, vörös, barna, ibolyás vagy tarka. A mérete nagyon változó, lehet 35-1000 g is, de a legtöbb ma termesztett hibrid általában 250-450 g között van (Csajbók 2012).

2.2 A kukorica termesztésének agrárökológiai feltételei

2.2.1 A kukorica éghajlatigénye.

A kukorica egy trópusi növény, így a melegigényesebb szántóföldi növények közé tartozik. Eredetileg rövid nappalos növényként került bevezetésre, azonban az elmúlt évszázadokban sikeresen alkalmazkodott mind a rövid, mind a hosszú nappali körülményekhez. A kukorica nagy terméspotenciálját a mérsékelt égöv 42-45. szélességi foka között lehet a leginkább kihasználni szerte a világon (Antal 2005). Azokon a területeken, ahol a nyári átlaghőmérséklet 21-26 °C között van és a fagymentes napok száma legalább 140, sikeresen termesztendő a kukorica. Azonban ha az átlaghőmérséklet 30 °C fölé emelkedik az már nem kedvező, mivel túl nagy a párolgás (Csajbók 2012). Hazánk éghajlata elsősorban a kelés és a címerhányás ideje közötti időszak terjedelmét befolyásolja, ami a kukorica érési idejét is meghatározza. Magyarországon a száraz és meleg őszi időjárás előnyös a kukoricaérésére,

mivel segít a szemek vízvesztésében (Láng 1976, Antal 2005). Azonban a hűvös és csapadékos ősz gátolja a kukorica nedvességtartalmának a csökkenését. Továbbá, ha a tavasz hűvös, akkor a kukorica csak nagyon lassan fejlődik és sárgulni kezd (Szél 2007). A száraz július hátrányosan hat a csőfejlődésre és nagy termés csak csapadékos július, augusztus után várható (Láng 1976).

Az alacsony hőmérséklet káros a kukoricára. Már $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt megfagy. A csírázáshoz legalább $10\text{-}12\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra van szükség, bár a legújabb hibridek közül már akad olyan, amely $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál is képes csírázni. Ha májusban mínuszok vannak akkor a kukorica levelei megsárgulnak és megperzselődnek, de növekedését nem állítja meg. Azonban $-5\text{-}6\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékletnél az egész növény elpusztul. Az őszi első fagyok szintén károsak lehetnek, mivel a levelek elpusztulnak $-0,5\text{-}1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál és az asszimiláció megszűnik. Ez csökkenti a termésmennyiséget és rontja a termés minőségét. A kora őszi fagyok kockázata pedig nagyobb a hosszú tenyészidejű hibrideknél (Csajbók 2012). A hibridek hőösszeg-igénye a tenyészidőben $1100\text{-}1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ között változik (Pepó 2019).

A kukorica fényigényes növény (Szél 2007). Különleges fotoszintézisének köszönhetően hatékonyan hasznosítja a nagy fényintenzitást (Csajbók 2012). Ha a fény intenzitása alacsony, a kukorica tenyészideje hosszabb lesz, érése akár 5-6 nappal is (Szél 2007). A kukorica fényideje nagyjából 900 óra, amelyből 360 órának augusztusra vagy szeptemberre kell esni a tökéletes érés és szemfejlődés érdekében (Csajbók 2012).

2.2.2 A kukorica talajigénye

A kukorica igényes a talajminőségre (Csajbók 2012), ugyanakkor különböző típusú talajokon is termesztik (Szél 2007), mivel a hibridkukoricák jól alkalmazkodnak a talajok eltérő tulajdonságaihoz (Bicskei 2008). A sikeres kukoricatermesztéshez olyan talajokra van szükség, amelyek mély termőrétegűek, könnyen felmelegednek, humuszban gazdagok, jó vízgazdálkodásúak, levegősek (Láng 1976, Antal 2005)). Ezek a talajok lehetővé teszik a kukorica gyökereinek mélyre hatolását, ami biztosítja a termést még száraz időszakokban is (Láng 1976). A talaj minősége nagy hatással van a kukorica növekedésére és terméshozamára, figyelembe véve a növény magas víz- és tápanyagigényét és szárazságtűrést.

Közepesen kötött csernozjom-, réti csernozjom-, barna erdő-, csernozjom barna-, vízrendezett réti-, és öntéstalajok alkalmasak a kimagasló kukorica termés eléréséhez (Antal 2005, Máté 2018). A csernozjom talajok azért előnyösek, mivel nagy mértékben képesek vizet tárolni, ami a növény vízigényének kielégítéséhez hozzájárul és csökkenti az aszálykár kialakulásának kockázatát. A réti csernozjom talajok megfelelő vízellátást biztosítanak a

kukoricának ha a talajvíz szintje nem haladja meg tartósan az 1 métert Túl magas talajvízszint esetén a kukorica gyökerei oxigénhiány miatt könnyen elpusztulhatnak. Jó kukorica talajok a barna erdőtalajok, amelyek nem túl savasak. Az ilyen talajoknál a termésbiztonságot általában csak a vízhiány veszélyezteti. A sekély termőrétegű, pangó vizes vagy podzolos barna erdőtalajok kevésbé alkalmasak, mert ezek általában rossz vízgazdálkodásúak és túlzottan savanyúak (Csajbók 2012). Átlag körüli termés csak közepesen kötött réti-, humuszos homok- (nagy aszálykár kockázata öntözés nélkül), erodált, enyhén lejtős talajokon érhető el (Csajbók 2012, Máté 2018).

Szikes talajokon a termesztése nem ajánlott, mivel azok magas sótartalma és rossz vízgazdálkodása gátolja a kukorica fejlődését, ilyenkor gyakran még csó sem fejlődik (Csajbók 2012). A homoktalajokon a termés mennyisége elsősorban a vízellátottságtól függ, azonban a laza futóhomok talajok nem alkalmasak a kukorica termesztésére a szélsőséges vízgazdálkodás és a gyenge tápanyagellátás miatt (Szél 2007). A kötött, pangó vizes területek sem megfelelőek a kukorica termesztésére, mert lassan melegszenek fel tavasszal, ami csírázási nehézségeket okozhat, valamint csökkenti a termés mennyiségét (Csajbók 2012). Az erdőtalajokon is általában csak átlag alatti termés várható, különösen a sekély termőrétegű talajoknál (Máté 2018).

A kukorica nem kifejezetten érzékeny a talaj pH-jára, azonban a legjobb termőeredményeket 6,6-7,5 pH közötti talajokon érhetjük el (Antal 2005). Ugyanakkor a 5,5-8 pH tartományban is lehet jó terméshozamra számítani (Szél 2007).

2.2.3 A kukorica vízigénye

A kukorica egy olyan növény, amelynek vízigénye nagy (Sipos 2009). Ennek hiánya a termés jelentős csökkenését eredményezheti, amely függ az állomány fejlettségi fázisától, a növény stressztűrő képességétől, valamint a stressz időtartamától és intenzitásától (Lorens et al. 1987). A víznek kiemelt szerepe van a kukorica termesztésében. A nitrogén műtrágya mellett a csapadék mennyisége növeli leginkább a kukorica szemtermését (Berzsenyi és Lap 2003). Hazánkban a kukorica termesztése tehát elsősorban a vízellátástól és annak mértékétől függ leginkább (Dóka 2017). Az aszályos években a vízstressz hatására a fotoszintézis és a transzspiráció intenzitása csökken és a termésmennyiség akár 50%-kal is visszaeshet ha a termesztési év csapadékmennyisége alacsonyabb a szokásosnál (Dóka 2017). Ez azt mutatja, hogy a növénytermesztéshez nem csak megfelelő tápanyag-ellátottság, hanem a talajban rendelkezésre álló vízmennyiség és csapadékmennyiség is szükséges (Pepó et al. 2006, Dóka

és Pepó 2007). A kukorica vízigénye körülbelül 450-550 mm (Antal 2005), statikai vízigénye pedig 67.79% közötti. A transzspiráció koefficiense 300 l/kg szárazanyag (Szabó 2012). A kukorica akár 1,5-2m is képes vizet felvenni (Antal 2005), ezáltal nem csak a csapadék és öntözés által leginkább befolyásolt 0-60 cm-es talajréteg játszik fontos szerepet (Dóka 2017). Az aszály a címerhányás ideje alatt akár 53%-kal, míg a szemtelítődés alatti időszakban akár 30%-kal is csökkentheti a termést (Antal 2005).

Az aszályos körülmények befolyásolják a kukorica növényben a citokinin és etilén hormonok termelését. Ha a szárazság miatt a citokinin termelődése gátolódik, akkor a bibe megjelenése elhúzódik vagy elmarad, ami meddő tövek vagy állományok kialakulásához vezethet. Az etilén (ami egy stresszhormon) termelődése pedig megzavarhatja a virágzat megjelenését, az összevirágzást és a megtermékenyülést, ami hiányos termésalkotódáshoz vagy akár a megtermékenyülés teljes hiányához vezethet súlyos esetekben (Szabó 2012).

A kukorica terméshozama egyaránt függ az őszi-téli időszakban kapott csapadékmennyiségétől. Azonban fontos megjegyezni, hogy túlzott csapadék is káros hatással lehet a gyökerek oxigénellátására. A vízfogyasztás üteme a növekedéssel és a vegetatív tömeg növekedésével együtt növekszik. A legnagyobb vízigényt a címerhányás és a szemtelítődés közötti időszakban érheti el a kukorica, ami általában július- augusztusra esik (Antal 2005). A termésbiztonságot növelhetjük a virágzás előbbi pontjára hozásával, hogy elkerüljük a vízigény szempontjából legfontosabb időszak, a címerhányás és szemtelítődési időszak a július-augusztus hónapokra essen (Táczai et al. 2015).

A csapadék hiány és a nem megfelelő időpontokban leeső csapadék miatt napjainkban egyre inkább kezd elterjedni az öntözéses kukoricatermesztés. A kukorica öntözésének hatása jelentős, az öntözés által nyert terméstöbblet akár 10-90% is lehet az adott év csapadékmennyisége függvényében (Futó és Bencze 2017). A kukoricánál az első öntözést június végén végezzük és körülbelül 50-60 mm-es mennyiséggel öntözünk. Ezután további 2-3 alkalommal 12-14 napos időközönként 30-40 mm, majd a szemtelítődési időszakban ismét nagyobb, 50-60 mm-es adagot javasolt kijuttatni (Antal 2005). Az első öntözés nem szabad, hogy túlságosan is korán történjen, mert az öntözéssel biztosított vízpótlás akadályozhatja a kukorica gyökérfejlődését (Pepó 2021). Az öntözés akár 4-5 t/ha terméstöbbletet is eredményezhet (Antal 2005), azonban ez az érték genotípus függő és 2-6 t/ha között változhat a termőképességtől és az évjáratától függően (Futó és Bencze 2017). Fontos megjegyezni, hogy a különböző kukorica hibridek között jelentős különbségek vannak, így csak a nagy termőképességű és jó öntözési reakcióval rendelkező hibridek használata javasolt (Futó és Bencze 2017). Árukukorica esetén az öntözés használata ritkább, mivel annak költségei miatt

korlátozottabban térül meg (Antal 2005), azonban a növekvő időjárási szélsőségek és klímaváltozás miatt érdemes lenne az árukukorica öntözését is számításba venni. Ha az öntözés mellett döntünk, akkor a jobb termésminőségű mezőségi talajokon javasolt elvégezni és lehetőleg FAO 400-500-as hibrideket választani, amelyek nagyobb potenciális terméshozamot biztosítanak. Az öntözéshez szükség lesz több NPK műtrágyára, valamint tőszámot is érdemes 15-20%-kal növelni, ezzel is fokozva a termés mennyiségét. Az öntözéses technológia mellett nagyobb figyelmet kell fordítani a növényvédelemre, mivel a gyomosodás mértéke is nőhet (Sárvári és Boros 2009). A kukorica vetőmag-termesztésében elengedhetetlen az öntözés a termésbiztonság érdekében. Jelenleg a kukorica esetében az esőszerű öntözés a legelterjedtebb módszer (Antal 2005), azonban az intenzív kukoricatermesztést végző gazdák számára a csepegtetési öntözés is egy jó technikai megoldás lehet, mivel energiatakarékos és hatékony, valamint kevés vízfelhasználással is eredményes (Futó és Bencze 2017).

2.3 Kukorica termesztésének agrotechnikai elemei.

2.3.1 Kukoricának a növényi sorrendben elfoglalt helye

A kukorica az előveteményekkel szemben nem válogatós (Láng 1976), a vetésforgóba jól beilleszthető. Jó előveteménynek azokat a növényeket tekintjük, amelyek nem szárítják ki a talajt, kevés szármaradvány marad utánuk és időben el lehet kezdeni a talajmunkákat a kukorica számára. Ilyen növények az őszi búza, az őszi és tavaszi árpa, zab, repce, herefélék, lucerna (2. kaszálás után feltörve) és csemegekukorica. A kukorica, silókukorica közepes előveteménynek számít, mert későn kerülnek le a tábláról és nagy mennyiségű, nehezen lebomló szármaradványokat hagynak maguk után. A cukorrépa, az őszi- és tavaszi takarmánykeverékek közepes elővetemények (Csajbók 2012), míg a siló-, cukor-, szemescirok és a szudánifű nem ajánlottak. Aszályos években még a lucerna és a cukorrépa sem javasolt (Antal 2005, Csajbók 2012).

A kukorica termesztendő monokultúrában, azonban magas víz- és tápanyagszükséglete miatt az évek során kifosztja a talajt, ami kihatással lesz a termés átlagára és minőségére (Antal 2005). Ezért ha csak kukoricát termesztünk, fokozottan gondoskodni kell a tápanyagok megfelelő visszapótlásáról, legfőképpen a N utánpótlásról. A monokultúra legnagyobb ellensége a kukoricabogár, ezért hazánkban nem is ajánlott monokultúrában termesztetni. Az aszálykárok elkerülése érdekében alkalmazhatunk vetésváltást (Antal 2005), sőt megfelelő vetésváltással a kijuttatandó N dózist is csökkenthetjük (Takács et al. 2008). Ha mégis monokultúrában termesztik, akkor gondoskodni kell a megfelelő tápanyagok visszapótlásáról,

a megfelelő növényvédelemről, különböző gyomirtó szerek rotációjával és eltérő tenyésztési rezisztens hibridek alkalmazásával (Radics 1994).

A mennyiben a kukorica elővetemény, akkor gondoskodni kell a szár megfelelő felaprításáról a minél gyorsabb bomlás elősegítése érdekében, ezt még egy őszi N kijuttatás is elősegíti (Szász 2015). A következő kultúrnövénynek, hogy a talaj megfelelő minőségű legyen, gondoskodni kell az alacsony tarlóról és szecsakázással/szárzúzóval megfelelően apróra vágott szármagmaradványról. Az elővetemény értéke jelentősen javítható korán érő hibridek és gyommentesség biztosításával. A kukorica megfelelő előveteménye szinte az összes tavaszi vetésű kultúrának, mint például a napraforgó, zab, tavaszi árpa, vörös here és lucerna (Láng 1976).

2.3.2 Kukorica tápanyagigénye (nitrogénre fókuszálva)

A kukorica tápanyagigénye kiemelkedően magas (Nagypál 2014), így elengedhetetlen a megfelelő tápanyagellátása a terméstudbilet növelése érdekében, ami akár 30,7%-os is lehet (Berzsenyi és Győrffy 1995). A talajból felvett fajlagos tápanyagmennyiség, amely 1 tonna szemterméshez tartozó, betakarításra kerülő légszáraz szárral a talajból felvesz: 28 kg/t nitrogén, 11 kg/t foszfor, 30 kg/t kálium, 8 kg/t mészt és 3 kg/t magnézium. A nitrogén igény a legnagyobb, de a káliumigény is jelentős, míg a foszforigény mérsékelt (Antal 2005). A termés mennyisége elsősorban a nitrogén ellátástól függ, de a termés minőségét is befolyásolja (Bocz 1976), és a fehérjetartalom növelésére van a legnagyobb hatással (Izsáki 2007). Ugyanakkor Takács et al. (2008) szerint a fehérjetartalom genetikailag meghatározott, így a nitrogénműtrágyázás csak kis mértékben növeli az egyes kukorica hibridek fehérjetartalmát. A fokozott nitrogén-ellátottság serkenti a fotoszintézis folyamatát, növeli a levélterületet és a levél tartósságát (Futó 2007), de a túlzott adagolás csökkenti a keményítőtartalmat (Prokszané et al. 1995).

A kukorica nitrogénműtrágyázását a tavaszi időszakban, a vetés előtt és a magágy előkészítésével együtt kell elvégezni. A növény a nitrogént a fejlődésének elején ammónia, majd később nitrát formájában veszi fel (Antal 2005). A bibe késői megjelenésének egyik leggyakoribb oka, a víz és nitrogén hiánya, amely rossz megtermékenyülést okozhat. Ezért javasolt magas N-tartalmú, bórt is tartalmazó levéltrágyák használata száraz, forró nyarakon (Sebestyén és Gyulai 2013). A nitrogénhiány jelei a világoszöld színű levelek, vékonyabb száraz és alacsonyabb növények.

Az optimális tápanyag-ellátottság javítása segíthet a nyári szárazság kedvezőtlen hatásainak csökkentésében a korábbi virágzással (Simon 2012). Azonban az aszályos években a műtrágyázás hatástalan lehet, sőt akár csökkentheti is a termést (Pekáry 1969).

2.3.3 Talaj előkészítése

A kukorica mélyművelést igényel és nagy figyelmet kell fordítani a talaj levegő-, víz-, hőforgalmára és a talajpórus levegő/víz arányára. A talaj előkészítést három különböző műveléscsoportra lehet bontani: az alapművelést megelőző műveletekre, az alapművelésre és annak elmunkálására, valamint a magágy előkészítésére.

A talaj előkészítése korán és későn lekerülő előveteménynél máshogy megy végbe. A korán lekerülő az ideálisabb, mivel kevesebb szármagot hagy maga után és több idő marad a talaj megfelelő előkészítésére (Csajbók 2012). A korán lekerülő elővetemény után sekélyen tarlóhántást kell végezni és a területet gyommentesen kell tartani az alapművelésig (Antal 2005). Ezután jön a tarlóápolás, ami javítja a talaj vízgazdálkodását és irtja a csírázó gyomokat (Nagy 2004). Az alapművelés 25-35 cm legyen (Antal 2005, Pepó és Sárvári 2011). Ennek eszköze lehet akár váltva forgató eke, nehéz tárcsa vagy egy nehéz kultivátor. Az ekénél figyelni kell az eketalp kialakulásának megakadályozására és a szántás elmunkálására, a megfelelő vízgazdálkodás fenntartása érdekében.

A későn lekerülő előveteményeknél kicsit más a helyzet. Ekkor nem mindig van idő a tarló hántására és ápolására (Pepó és Sárvári 2011). Ezért egy nagyon jó minőségű alapművelést kell biztosítani, ami kevés szármagot hagy maga után, mivel az rontja a vetés minőségét (Nagy 2004). Tavasszal elmunkáljuk az alapművelést és ha gyomosodásnak indul a tábla akkor megyünk rá, de csak akkor menjünk rá, ha nem keletkezik nagy taposási kárt. Tekintettel a kukorica nagy vízigényére ha lehetséges minden művelés után a talajt le kell zárni és ezzel is elősegíthetjük a megfelelő vízgazdálkodást (Pepó és Sárvári 2011).

A magágy előkészítésének időpontja április. Ez általában 10-12 cm mélységű művelés (Nagy 2005) és kombinátorral vagy germinátorral végezzük el. A minél kevesebb talajmozgatás létfontosságú, ugyanakkor a magágykészítésnek segítenie kell a különböző növényvédő szerek és műtrágyák talajba keverését. Célja a magok kelésének és csírázásának megfelelő környezet előkészítése (Füzy 2016). Akkor jó egy magágy, ha az morzsás, nyirkos és ülepedett és ez biztosítja a kukorica megfelelő csírázását és kezdeti fejlődését (Pepó és Sárvári 2011). Tavaszi aszály miatt a magágykészítés akkor optimális, ha egy héttel a vetés előtt lesz elkészítve. Ha

laza homoktalajon szeretnénk kukoricát vetni, akkor általában a magágykészítést április második felére kell hagyni (Antal 2005).

3. A Vizsgálatok módszerei

3.1. A kísérlet helyszíne

A terület, ahol a kísérletemet beállítottam, Gödöllőn található a mai Magyar Agrár- és Élettudományi egyetem mögött lévő kísérleti helyszínen. Gödöllő városa a Duna-Tisza közén található, a Dunántúli középhegység és az Alföld közötti átmeneti területen fekszik. A gödöllői területek döntő többsége barna erdőtalaj típusába tartozik. Ez a talajtípus a legelterjedtebb az országban és jellemzően a lankásabb, dombosabb vidékeken fordul elő. A barna erdőtalaj szerves anyagokban gazdag, jó víz és levegő átteresztő képességgel rendelkezik. A barna erdőtalajban a humuszosodás és a kilúgzási folyamatokhoz, erőteljes agyagosodás és gyenge savanyodás járul. Ennek az a következménye, hogy a felhalmozódási szint és a kilúgzási szint agyagtartalma között nincs lényeges különbség, ugyanakkor mind két szint több agyagot tartalmaz mint a talajképző kőzet (<https3>). Előfordulnak még agyagos és agyag-homokos talajok is. Az agyagos talajok a nedvességet jól tartják meg, de nehezen munkálhatóak, míg az agyag-homokos talajok laza, jó víz és levegő átteresztő képességgel rendelkeznek, de kevésbé gazdagok tápanyagban. Legkisebb arányban előfordulnak löszös és homokos talajok is. A löszös talajok jól megtartják a nedvességet és alkalmasak mezőgazdasági termelésre, míg a homokos talajok kevésbé, mivel a víz és a tápanyagok gyorsan kimosódnak belőle.



3.ábra: A kísérlet helyszíne (sárga téglalap)

3.2, A kísérlet beállítása

A kísérletem 2022 tavaszán kezdődött, a kukorica elvetésével, ami a sok esőzés miatt május harmadikára esett. A martonvásári kutatóintézet által létrehozott, Margitta hibridkukoricával lett a terület bevetve. Erre a hibridre a gyors vízleadás jellemző, ami miatt nagyon hamar eléri a biológiai érettséget és ezért, hamarabb lehet a megfelelő szemnedvesség mellett betakarítani. Kiváló stressztűrő képessége miatt széles vetésidő optimummal rendelkezik. Tenyészedejét tekintve FAO 300-as csoportba tartozik, ami azt jelenti, h korai érésű (<https4>). A munkám során, kilenc egyenlő méretű parcellát alakítottam ki, amiben egy nitrogén és egy tőszám kísérletet végeztem el egyszerre. A parcellák 3 m szélesek és 3 m hosszúak, ami azt jelenti, hogy egy parcella területe 9 m². Ezek a parcellák egymás mögött helyezkedtek el 27 m hosszan. Az első három parcellán 100%-os tőszám lett beállítva, ami harminchat növény lett és ezek mind különböző mennyiségű műtrágyát kaptak, az első semennyit, a második egy adagnyt (ami 318 g AN/parcella), harmadik meg 2 adag ammónium nitrátot (636g AN/parcella). A 4-5-6.parcella már 75%-os tőszámhoz lett beállítva, ami parcellánként huszonhét növényt jelent. A műtrágyát ugyan úgy kapta mint az előző három. Az utolsó három meg 50%-os tőszámhoz lett beállítva, ami 18 tő/parcella, a műtrágya adási minta itt is változatlan. (4.ábra mutatja)

Parcella	Nitrogén adag	Tőszám
9.parcella	2N	50%
8.parcella	1N	50%
7.parcella	0N	50%
6.parcella	2N	75%
5.parcella	1N	75%
4.parcella	0N	75%
3.parcella	2N	100%
2.parcella	1N	100%
1.parcella	0N	100%

4.ábra: a parcellák felosztása

3.3, A kísérlet kezelései

Nyáron több alkalommal is kilátogattam Gödöllőre és foglalkoztam a kísérletemmel. Az első alkalom 2022.06.28. Ekkor felvételeztük a kukorica eddig elért magasságait, levélszámát és hosszát. A parcellákat nem egyenként, hanem egy nagy egészként kezeltem, mivel még semmilyen kezelést nem kapott a tábla. Több mint 50 növénynek mértem meg a paramétereit. Hiába kapott totális gyomirtót a kísérleti terület, eléggé gyomos volt, ezért a nap nagy részében kapáltunk, hogy a kísérlet minél pontosabb lehessen. Ekkor még nem juttattuk ki a műtrágyát, mivel a hatalmas hőség miatt hamar abba kellett hagyni a munkát.



5.ábra: Kísérleti kukorica az első beavatkozás után.

Második alkalommal, 2022.07.11.-én kijuttattuk a megfelelő adag ammónium nitrátot és beállítottam a fentebb említett harminchat, huszonhét és tizennyolcas tótávot. Már ekkor lehetett látni a jeleit, hogy a 2022-ben a kukoricatermés eléggé mérsékelt lesz. Rengeteg növényről hiányzott a cséve és azok is nagyon kicsik voltak. Ennek legfőbb oka, hogy ekkoriban alig volt csapadék, nemcsak Gödöllőn, hanem országsszerte komoly problémák voltak ez miatt.

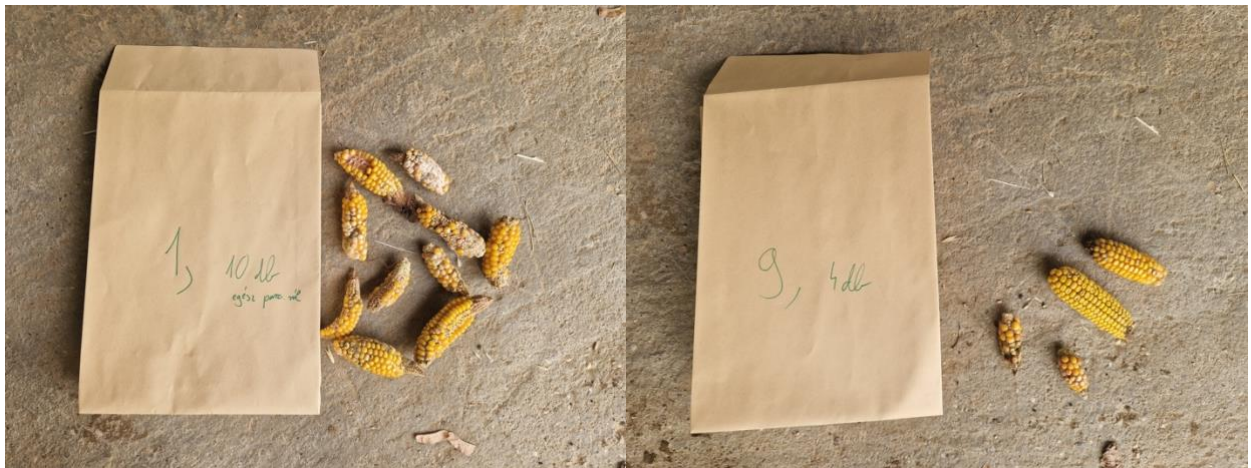
Ezután a harmadik mérés következett (09.12.). A két mérés között semmi megemlíthető nem történt a kísérleti területen, csak egy kevés mennyiségű csapadék hullott. Ezen alkalommal az első méréshez hasonlóan megmértem a kukorica magasságát, levélszámát, levélszélességét és levélhosszát, illetve egy SPAD 502 klorofill mérőt használtam. Ez a műszer lehetővé teszi a klorofilltartalom gyors, szántóföldi mérését. Úgy működik, hogy egy gyors alapbeállítás után rá kell csíptetni a levél legzöldebb részére és a levélen áthaladó vörös és infravörös fény

intenzitásából a relatív klorofill tartalmat (SPAD index) számítja ki. 9,9 és 199,9 közötti értékben méri a klorofill tartalmat. A nagy szárazság miatt ilyenkorra már szinte teljesen elszáradtak a kísérleti kukoricák, de még a mérést éppen csak el lehetett végezni. Volt azonban olyan növény, amelyen már nem is volt zöld levél (6.ábra), de parcellánként mindig lehetett találni megfelelő mennyiségű kontrollpéldányt, amin a méréseket sikeresen abszolválni tudtam. Ez volt az utolsó mérés és mintavételezés a területen.



6.ábra: a kísérleti tábla a harmadik mérés után

A betakarítás október 12.-én történt kézzel. A parcellákról az összes csövet le kellett szednem, mivel nagyon kevés cső volt és azok nagyon aprók is voltak. A különböző parcelláról jövő anyagokat külön tároltam, nehogy keveredjenek a minták (7.ábra).



7.ábra: Kézzel betakarított kukorica

3.3. Labor mérések



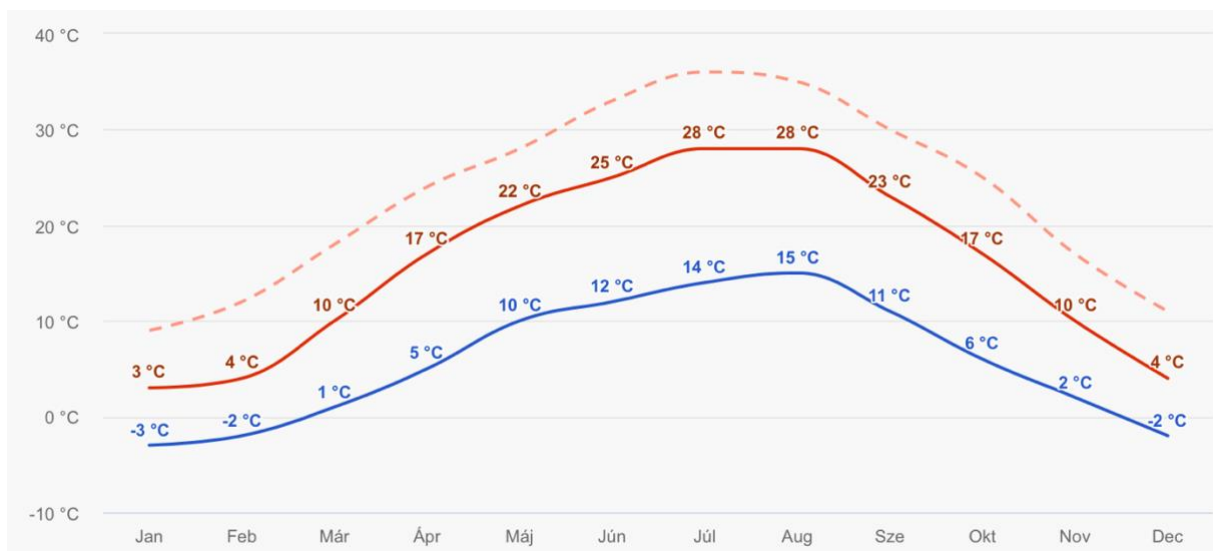
8.ábra: DICKEY-john INSTALAB 600

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Növénytermesztési Intézet kutató laborjában végeztem el a vizsgálataimat. A kilenc parcellámról leszedett összes csövet vizsgáltam. Megmértem a csövek hosszát és szélességét. Utána lemorzoltam őket kézi erővel és lemértem a szem tömegét és a csutkák mag mentes tömegét egyaránt. Itt is nagyon figyeltem arra, hogy a különböző kísérletek anyagai ne keveredhessenek egymással. Az utolsó mérés, egy szem beltartalom mérés, amit az egyetem kutatólaborjában lévő DICKEY-john INSTALAB 600 segítségével végeztem el. Parcellánként a szemeket kiválogattam és egy kisebb adagot az Udy Cyclon Mill nevezetű gép segítségével porszerűvé daráltam, mivel a gép csak apró szemcsés állapotban képes pontosan mérni. Ezután már csak bele kellett tenni a gépbe és az elvégezte az összes beltartalmi mérést. A DICKEY-john INSTALAB 600-as gép úgy méri meg a minta összetételét, hogy egy kis csészébe egy köbcentiméternyi anyagot vizsgál meg. Ezért figyelni kell arra, hogy mérés előtt jól meg kell tisztítani és, hogy a mintát amit belerakunk, az egész parcellát és az összes mintát reprezentálnia kell.

3.4. Időjárási körülmények

2022 nyarán a levegő hőmérséklete szinte még soha nem látott magasságokba emelkedett. Az Országos Meteorológiai szolgálat szerint Magyarországon 1901 óta nem volt ilyen meleg az időjárás. Az első hóhullám június végére és július elejére tehető. Ekkor a

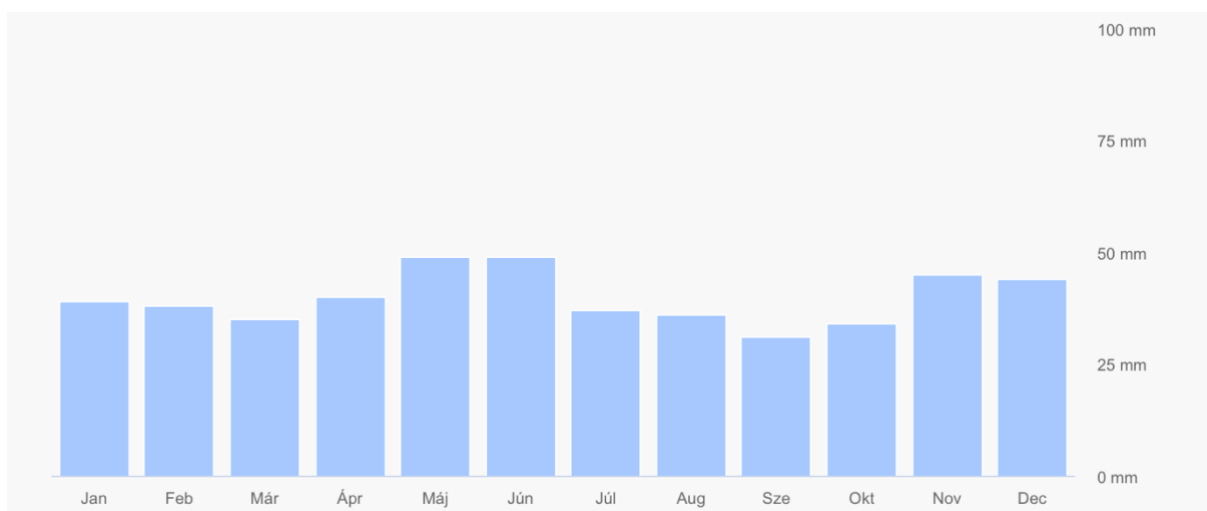
hőmérséklet volt, hogy elérte a 35°C-ot is. Azonban a nyári csúcspont még ezután jött, ugyanis július közepe-végén volt, hogy egy kicsikével 37°C fölé mérték a legmagasabb hőmérsékletet. Ezután folyamatos lehűlés volt tapasztalható, amik hullámokban érkeztek. Egészen augusztus végéig volt megfigyelhető ez a sorminta, amikor ugyanis újból 35°C fölé kúszott a hőmérő mutatója. A meleg kitartott augusztus végéig, de ezután már nem voltak olyan kiugró értékek sem. Szépen folyamatosan elkezdett csökkenni a hőmérséklet így az ősz felé közeledve. Szeptember elején már csak 25, a vége felé 20°C volt a hőmérséklet és ez az egyenletes csökkenés szinte meg se állt az év végéig. Bár igaz, hogy nem volt olyan sok kiugró érték és néha visszaesett a hőmérséklet 30°C alá, a levegő és a talaj se tudott igazán lehűlni, ezért csak a hőmérsékletet nézve, az nem igazán volt kedvező a kukoricának.



9.ábra, Gödöllő egész éves hőmérséklete (forrás: <https://www.meteoblue.com>)

Csapadék mennyiség terén sem volt jobb a helyzet. Ehhez a rettentő hőség mellé ugyanis szinte alig esett az eső. Az ország jelentős részén aszály volt, Gödöllőn még talán jobb volt a helyzet, de itt se volt sok eső. Már júliusban lehetett látni, hogy az az évi kukoricából szinte nem lesz semmi, ezért sok helyen inkább besilózták. Egyes gazdák között el is terjedt egy olyan fekete vicc, hogy “idén a kukoricát tárcsával aratjuk”. A kukoricának ideális esetben júliusban van a legnagyobb szüksége a csapadékra, körülbelül olyan 100 mm kell neki, ekkor Gödöllőn 35 mm eső esett. A július és augusztus a legfontosabb hónap a kukoricának a csapadék szempontjából, mivel ekkorra indul be a címerhányás és a szemtelítődés. Mindhárom nyári hónapban rettentően kevés víz jutott a növények, ezért a kukorica nagyon hamar kiszáradt, és

a betakarítást akár egy hónappal a szokásos időpont előtt is el lehetett kezdeni. Ezen három hónapban az országban átlagosan 25 csapadékos és 13 zivataros nap volt ([https6](https://www.meteoblue.com)).

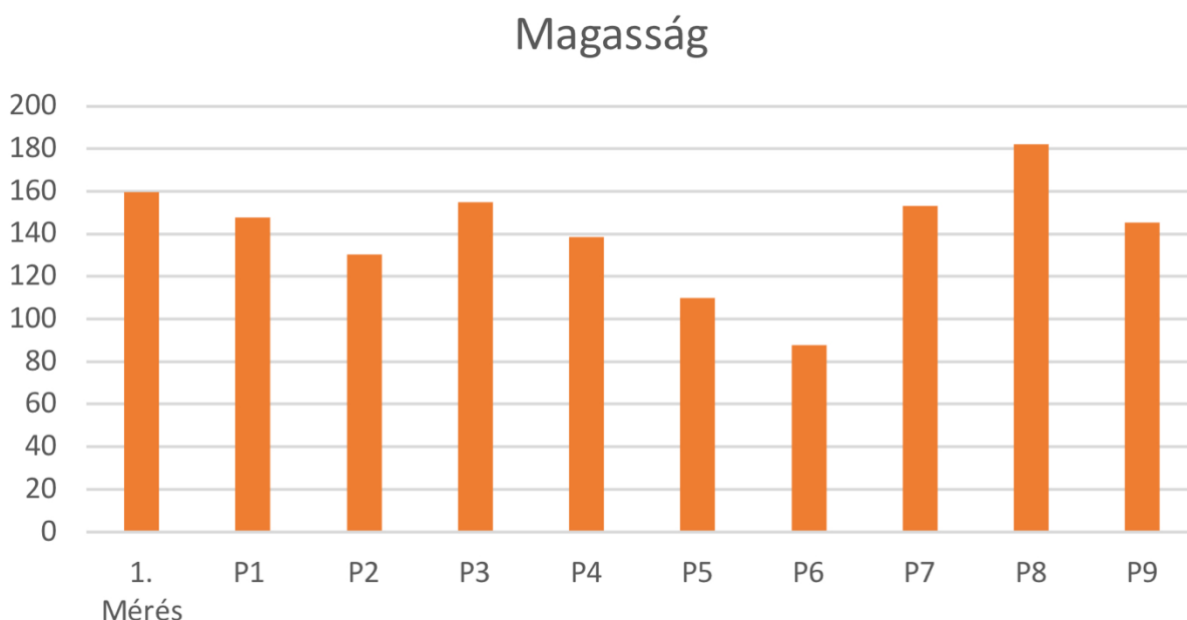


10.ábra: Gödöllő egész éves csapadékmennyisége (forrás: <https://www.meteoblue.com>)

4. Eredmények

4.1. Morfológiai változások

A kukoricában morfológiájában történt változásokat diagramokon keresztül fogom bemutatni.

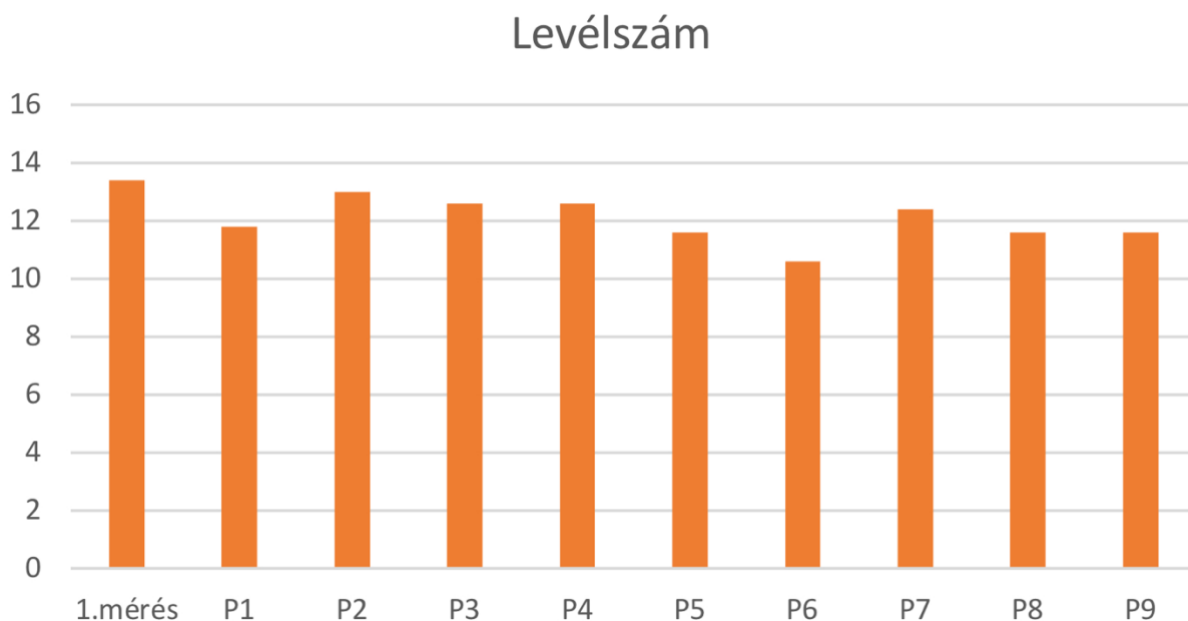


11.ábra: A termés magassága

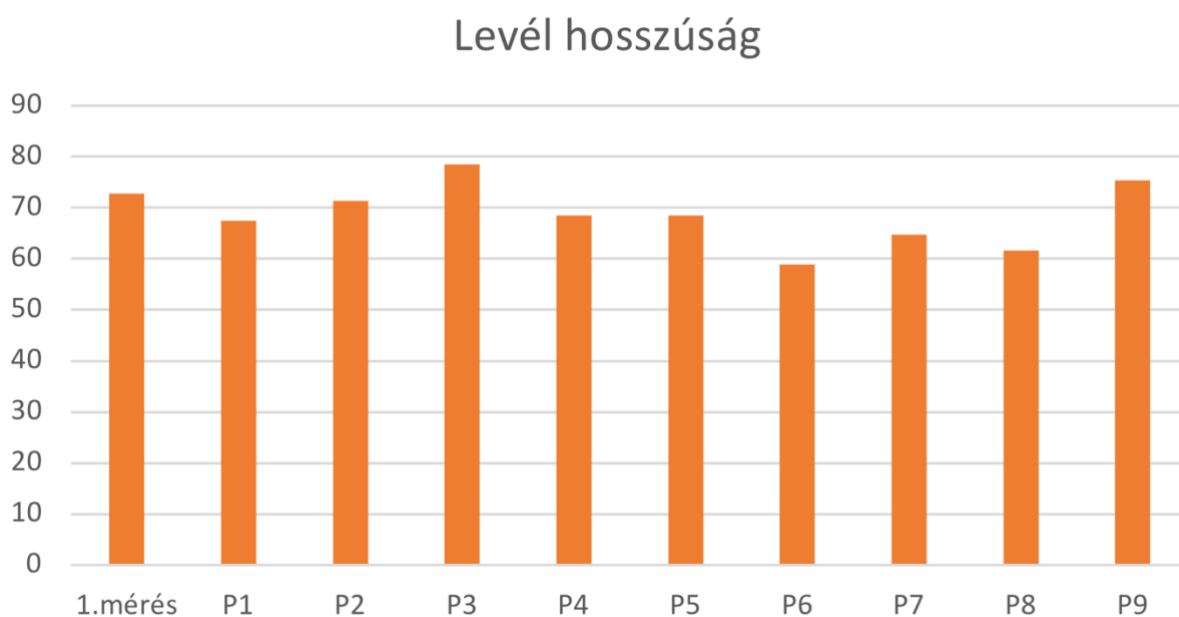
A diagramon megfigyelhető, hogy pontosan mennyit is változott a kukorica magassága a kezelés előtti állapotokhoz képest. Ugye az első mérés még a kísérlet kezelése előtt történtek és az egész terület átlagát reprezentálják. Az jól látható, hogy a nyolcadik parcella kivételével mindegyik parcella a kezelés előtti átlagmagasság alatt helyezkedik el, ennek a parcellának 182 centiméter az átlagmagassága. A hatodik parcella értékei messze kimagaslanak negatív értelemben, ez szerintem nem csak a kezelés hatása, hanem a kísérleti terület domborzati viszonyához köthető ez az alacsony érték, ugyanis itt kezdett el lényegesen lejtani a talaj és a domb élen mindig gyérebb a termés. Itt az átlagmagasság 87,6 cm. A kukorica átlagosan 20,64 centiméterrel lett alacsonyabb mint a kiinduló érték.

A levélszámban (12.ábra) a változás nem lett ennyire drasztikus. Itt is az a séma olvasható le, mint a magasság esetében, még hozzá, hogy a kezelés előtti értékek nagyobbak, mint a kezelés utániak. A kezelés előtt átlagosan 13-14 levél volt egy növényen ami a korai érésű kukoricák esetén teljesen optimálisnak mondható. Míg a beavatkozás után valószínűleg a növények elszáradása miatt ez az érték mindenhol csökken. Az új parcellánkénti átlag 11,9

levél/növény. Itt is a hatodik parcellába volt a legkevesebb levél növényenként, de ez magyarázható az alacsony magasság miatt.



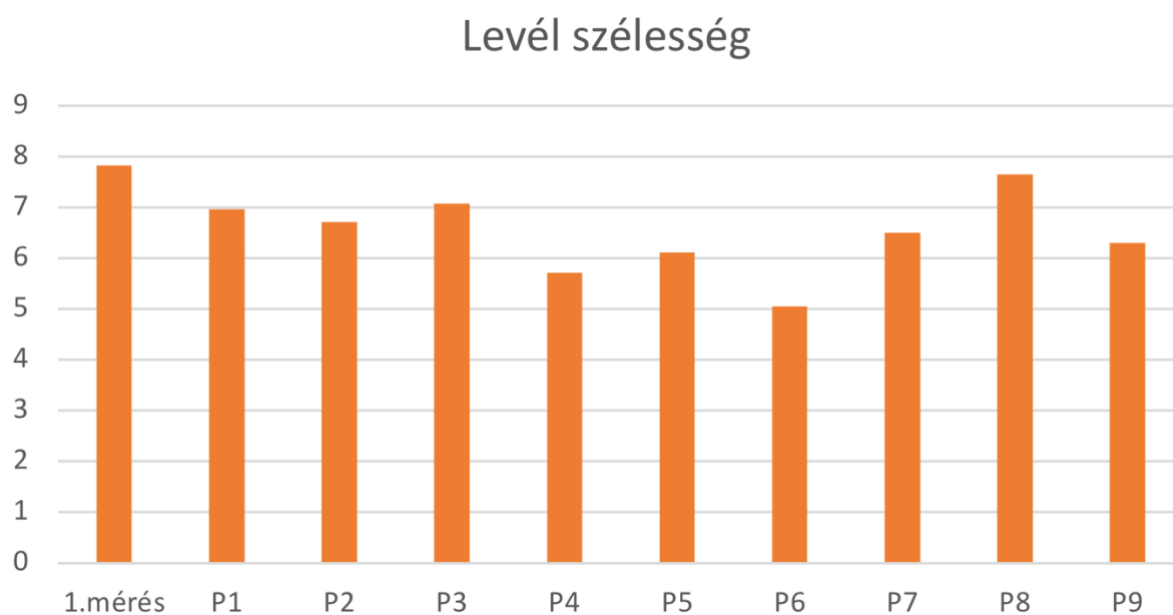
12.ábra: Levélszám



13.ábra: Levél hosszúság.

A levél hosszúság (13.ábra). Itt nincsenek nagy különbségek, eléggé közel állnak egymáshoz az értékek. A mérés előtt majdnem 73 cm volt az átlaghosszúság levelenként és a beavatkozások után is elhanyagolható a különbség, mindössze 5 centiméterrel lettek rövidebbek

a levelek. Bár ekkorra már azért el voltak száradva a levelek és fel is voltak elég sokféleképpen göndörödve ezért nem számítottam ilyen kevés különbségre.

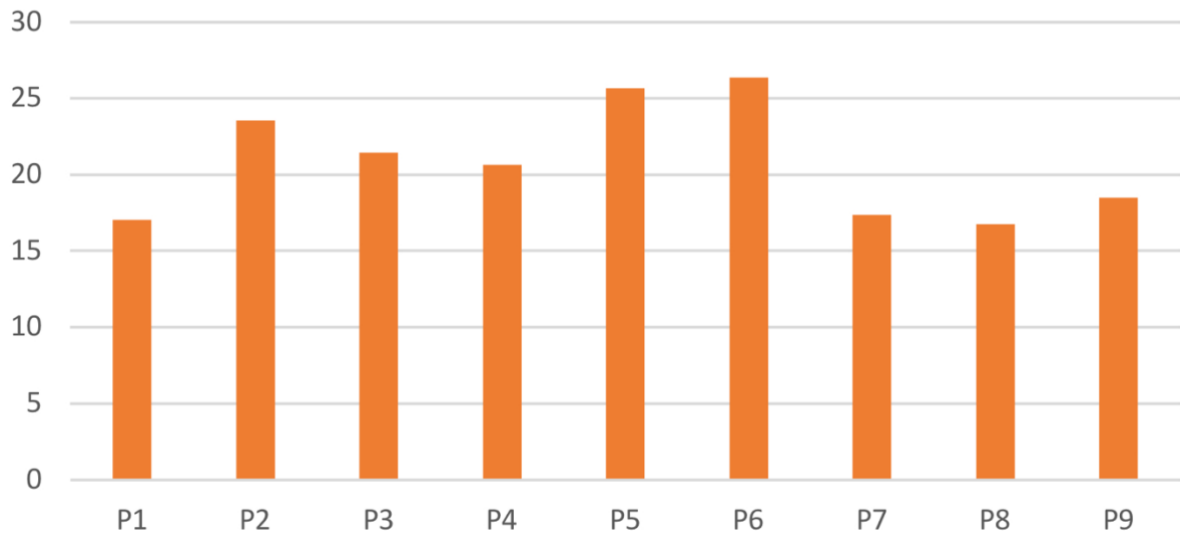


14.ábra: Levél szélesség

A levél szélességben (14.ábra) hatalmas nagy változások voltak tapasztalhatóak. Az összes érték a kiinduló pont (7,825 cm) alatt van, ráadásul van ahol nem is kevéssel. A hatodik parcella szokásosan elmaradott. Ez is hozzájárult ahhoz, hogy átlagosan 1,5-2 centiméterrel kisebb a levelek szélessége, annak ellenére, hogy itt is próbáltam a felgöndörödött és összeesett leveleket a lehető legegyszerűbben mérni azoknak a legvastagabb pontján.

Az utolsó helyszíni mérés a SPAD klorofill mérés volt szeptember 12.-én. Ekkorra már nagyon el volt száradva a kísérleti kukorica, de még ekkor is voltak rajta találhatóak zöld részek, ahol a mérést le lehetett folytatni. Parcellánként 10 növényt vizsgáltam, 3 levélen és egy ponton 3x lemérve. Ez alapján kapott átlagokat az alábbi 15.ábra mutatja. A legalacsonyabb értékek az 1,7,8 parcellák hozzá, ami kicsit meglepő, mivel az első parcella nem kapott annyi műtrágyát, hogy az víz hiányában ennyire kiszáradjon. Ezek közül a nyolcadik parcella éri el a legkisebb értéket, 16,74-es átlaggal. A legmagasabb érték a hatodik parcellához tartozik, de azt hozzá kell tenni, hogy itt annyi elszáradt kukorica volt, hogy nem tudtam 10 különböző alanyt megvizsgálni és ezért lehetséges ez az eredmény.

SPAD mérés



15.ábra: SPAD mérés

Nemcsak a növényen történt változásokat mértem meg, hanem magát a termést is, mint például a cső hosszát, szélességét, szemek súlyát és a lemorzsolts csutka tömegét és ezek alapján elemeztem a termést. A cső hossz és szélesség adatok, átlagok. Észrevehető, legfőképpen a 7-8-9. parcellánál, hogy csak egy-egy kiugró érték miatt olyan jók az eredmények ezeknél. A 1.táblázat alapján most már egyértelműen megállapítható, hogy az első három parcellánál, a teljes tőszámos kísérleteknél értem el a legmagasabb termésátlagot. Itt is szembeűnő, hogy a középső három parcella a 75%-os tőszámúak, a domb éli tájolás miatt, nem tudtak megfelelő és értékelhető termést hozni. A Margitta hibridkukoricánál az átlag csőhossz 22 cm. Ettől az értéktől nagyon messze vannak a mért eredmények és még a szemek mérete sem felelt meg az elvárásoknak. A szem-csutka arány sem érte el hibridre jellemző 86,8%-ot.

1.Táblázat: Termés adatai

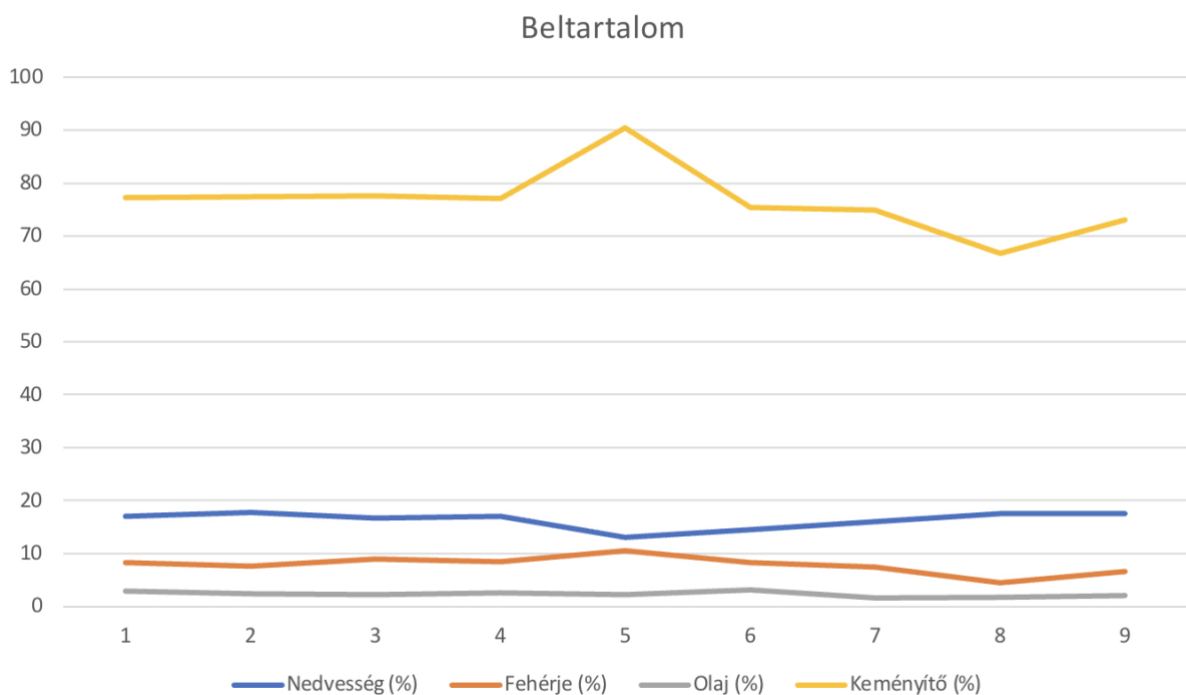
Parcellák	Cső hossz (cm)	Cső szélesség (cm)	Átl szemtömeg (g)	Átl cséve tömeg (g)
1	8,09	3,1	19,522	5,166
2	8,77	2,91	19,84	5,44
3	8,05	2,79	13,43	3,40
4	7,10	2,60	8,69	2,98
5	5,50	2,25	2,89	1,09
6	6,55	2,45	5,84	1,81
7	8,74	2,84	10,82	3,73
8	12,27	3,63	30,82	13,89
9	8,53	2,90	22,99	5,66

2.Táblázat: Szem-csutka arány

Parcellák	Össz szemtömeg (g)	Össz cséve tömeg (g)	Össz cső/parcella	Szem-csutka%
1	195,22	51,66	10	79,1-20,9
2	238,04	65,27	12	78,5-21,5
3	107,44	27,17	8	79,8-20,2
4	17,38	5,96	2	74,5-25,5
5	5,78	2,17	2	72,7-27,3
6	11,68	3,61	2	76,4-23,6
7	54,11	18,64	5	74,4-25,6
8	92,46	41,68	3	68,9-31,1
9	91,94	22,65	4	80,2-19,8

4.2. Beltartalmi mérések

A beltartalmi mérések egy héttel a betakarítás után október 19.-én történtek. A vizsgálatok során megállapítottam, hogy hatalmas nagy különbség nincs a különböző parcellák között. Kivéve az 5.parcella, ami szinte minden értékét tekintve eltér a többitől. A nedvessége sokkal kevesebb (13,%), de viszont fehérje (10,58%) és keményítő (90,44%) tartalma sokkal magasabb, mint a többinek. Ezen kívüli kiugró érték még a 8.parcellának a keményítő tartalma, ami a maga 66%-val messze a legalacsonyabb érték.



16.ábra.: Beltartalmi értékek

3.Táblázat: A tőszámok szerinti alakulás.

	Nedvesség (%)	Fehérje (%)	Olaj (%)	Keményítő (%)
100%	17,13	8,29	2,54	77,39
75%	14,93	9,12	2,64	80,96
50%	17,03	6,22	1,81	71,50

A 100%-os tőszám hozta a legjobb értékeket átlagosan, mivel a 75%-os parcellákban a kiugró, 5.parcella nagyon felhúzza a sor átlagát, míg az 50%-os minden adatban stabilan hozza a legrosszabb értékeket. Ezért átlagban elmondható az, hogy ahogy a nitrogén mennyisége nő és a tőszám csökken, úgy csökken a kukorica keményítő, olaj és fehérjetartalma.

5. Következtetések és javaslatok

A tőszám kísérlet alapján megállapíthatjuk, hogy a kukorica morfológiájában alig vagy szinte semmilyen változást nem hoz. Sokkal nagyobb hatással van rá a termőtalaj minősége, mint a tőszám. Beltartalmi változások is alig következtek be, de ami szembeűnő volt, hogy a leszedett csövek ezeken, a kis tőszámú parcellákon voltak a legnagyobbak és a legegészségesebbnek mondhatóak. Átlagosan ezek a parcellák hozták csutkánként a legtöbb szemet és a szemek mérete is itt volt a legnagyobb. Tehát megállapítható az, hogy a többletterületet a növény képes felhasználni, de ez még így se olyan gazdaságos, nem hoz olyan jó termést, mint a teljes tőszámmal rendelkező parcellák. Ezeket az eredményeket igazolja Könczöl (2018) is, aki szerint a növényesűréség növelése negatívan hat a csőhosszra. Berzsenyi-Janosits (1953) szerint is, a csőhossz 11%-kal csökken kétszeres tőszám mellett.

A nitrogén kísérletnél megállapítható, hogy amely parcellák, amik 1 adag műtrágyát kaptak, azok hozták átlagosan a mennyiségre legtöbb szemtermést, míg ami nem kapott vagy ami rengeteg nitrogént kapott nem tudta ezeket a számokat hozni. Itt még fontosnak tartom megemlíteni a csapadék hiányát, ami a kísérlet ezen részét kontraproduktívvá tehetette, mivel a kevés eső miatt nem tudott a hatóanyag teljesen felszívódni és még ki is száríthatta a növényeket. De, ha sok a csapadék akkor a kukorica nagyon meg tudja hálálni a nagyobb mennyiségű tápanyagot és akár egy-egy jobb évben 13-15 t/ha termést is képes lehet hozni.

Meglátásom szerint, a tőszámmal nem érdemes spórolni, mivel igaz, hogy kevesebb vetőmag kell hozzá (kisebb ráfordítás), de nem hoz csutkánként annyival több termést, hogy megérje. Ez vonatkozik a többletműtrágyázásra is. Jobb befektetésnek tartom a minőségibb talaj előkészítést meg az extra növényvédelmet, mint mondjuk a többlet műtrágya kijuttatását és ezekkel a praktikákkal nemcsak nagyobb átlagtermést, de még kevesebb kockázatot is vállal a gazda.

6. Összegzés

A kukorica az egyik legfontosabb termesztett növény az emberiség számára, amely számos területen hasznosul, mint például az élelmiszeripar, takarmányozás és ipari felhasználás. A bioetanol előállításban is fontos szerepe, amelynek népszerűsége és kereslete az évek során folyamatosan nő. Ennek megfelelően a kukorica szakszerű termesztése, fejlesztése és kutatása kulcsfontosságú a világ egyre növekvő igényeinek kielégítése szempontjából. Ehhez elengedhetetlen a folyamatos tanulmányozás, kísérletezés és szaktudás alkalmazása a termesztés során.

A szakdolgozatom alapjául szolgáló kísérlet célja az volt, hogy megvizsgáljam hogyan hat a tőszám és az Ammónium-nitrát mennyiségének változtatása a kukorica morfológiájára, termésének minőségére és átlagára. A munkámat Gödöllőn végeztem. A területemen összesen 243 kukoricát szemrevételeztem és vizsgáltam meg. A kísérlet alatt majdnem az összes kukorica morfológiai jellemzőjét sikerült megmérni, kettő felvételezési időpont volt és ezek értékeit hasonlítottam össze.

A mérések után kézzel leszedtem a kukoricát. A megfelelőnek nem mondható időjárás miatt a termés nagyon gyér lett, volt olyan parcella, ahol huszonhét (75%-os parcellák) növénytől csak kettő darab cséve jött le (4-5-6-parcella), de szerencsére elég minta gyűlt össze ahhoz, hogy a beltartalmi méréseket el tudjam végezni. Ezeket a méréseket egy Dickey-john INSTALAB 600 nevezetű géppel történtek. Az összes csövet leszedtem és vizsgáltam, a minél pontosabb eredmény érdekében.

A vizsgálataim során megállapítottam, hogy a tőszám változásával a kukorica morfológiája szinte alig változik, egyedül a termésben jelentkezik észrevehető különbség is ezt az adatok is alátámasztják, hogy mint a termés minőségét, mint annak a mennyiségét összevetve kétség kívül a 100%-os tőszámú parcellákon termelt a legtöbb és legjobb minőségű kukorica, de viszont az eredmények alapján megállapítható, hogy azokon a parcellákon, ahol kevesebb növény volt, a növények hatékonyabban hasznosították a rendelkezésre álló tápanyagokat és vizet, ami lehetővé tette számukra, hogy hosszabb és szebb csutkákat fejlesszenek. A nitrogén kísérletből már nehezebb helyes következtetést leszűrni, mivel az értékek nagyon változók, de szerintem bátran kijelenthető az, hogy általában azok parcellák hozták a legjobb értékeket, amik legalább egy adag nitrogént kaptak, míg a legrosszabb egyértelműen a két adagot kapóak voltak. Amik semmit sem kaptak, a vártnál lényegesen jobban teljesítettek és értékek közel álltak azokhoz, amik csak egy adagot kaptak.

A 2022-es évi kukorica termés minősége és átlaga, a messze legrosszabb az utóbbi években. A kísérletet a pontosabb eredmények érdekében, megfelelőbb időjárási körülmények között meg kellene ismételni, de erre idő hiánya miatt nem volt lehetőség.

7. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani Tarnawa Ákosnak, aki segített a kísérletem beállításában, minél precízebb kiértékelésében, és a szakdolgozatommal kapcsolatban minden kérdésre haladéktalanul válaszolt.

8. Irodalomjegyzék

1. Antal J. (szerk.) (2005): Növénytermesztés tan 1. Mezőgazda kiadó, Budapest, 342 p.
2. Berzsényi Z.-Györfly B. (1995): Különböző növénytermesztési tényezők hatása a kukorica termésére és termésstabilitására. Növénytermelés. 44. 5-6: 507-517. p.
3. Berzsényi Z.-Lap, D.Q. (2003): A vetésidő és a N-műtrágyázás hatása a kukorica- (*Zea mays* L.) hibridek termésére és termésstabilitására. Kukorica hibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása. Kukoricakonzorcium. 39-59. p.
4. Berzsényi-Janossits L. (1953): Tenyésztési kísérlet kukoricával. Növénytermelés. 2: 110-115. p.
5. Bicskei K. (2008): Hogyan termesszük a kukoricát? Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, 1085 Budapest, Baross u. 52. 36 p.
6. Bocz E. (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 257. p.
7. Burucs Z. (2017): A kukorica virágzásának jellegzetességei és az arra ható tényezők. Agrofórum Extra, 72. sz. / 2017, 42-44 p.
8. Csajbók J. (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. Debreceni Egyetem jegyzet, Debrecen
9. Dóka L. F. (2017): Tartamkísérletek a gyakorlat számára IV. – A kukorica termését kialakító tényezők interaktív elemzése I., Őstermelő : gazdálkodók lapja, 2017. (21. évf.) 3. sz. 34-39. p.
10. Dóka, L. F.-Pepó, P. (2007): Role of water supply in monoculture maize (*Zea mays* L.) production. Cereal Research Communications. 35. 2: 353-356. p.
11. Futó Z. (2007): Összefüggés a termés, a tápanyagellátás és a kukorica levélterülete között. Acta agronomica Óváriensis, 2007. (49. évf.) 2/1. sz. 231-236. p.
12. Futó Z., Bencze G. (2017): „Új lehetőségek a Kukorica (*Zea Mays* L.) öntözésében”. Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok 12 (3), 67-79. p.
13. Fűzy J. (2016): A kukoricatermesztés tavaszi talaj-előkészítése és vetésének gépei I. <http://ostermelo.com/a-kukoricatermesztes-tavaszi-talaj-elokeszítése-es-vetésének-gepei-i>
14. Hardi J. (2013): Hatvan éves a magyar hibrid kukorica. Agro napló, 2013. (17. évf.) 10. sz. 22-23. p.
15. [https1: https://www.fao.org/home/en/](https://www.fao.org/home/en/)
16. [https2: https://www.gabonakutato.hu/hu/kukoricatermesztesunk-a-vilag-merlegen](https://www.gabonakutato.hu/hu/kukoricatermesztesunk-a-vilag-merlegen)
17. [https3: https://www.uni-miskolc.hu/~ecodobos/ktmcd1/bet/bet.htm](https://www.uni-miskolc.hu/~ecodobos/ktmcd1/bet/bet.htm)
18. [https4: https://martongenetics.com/letoltheto-anyagok/](https://martongenetics.com/letoltheto-anyagok/)
19. [https5: https://www.meteoblue.com](https://www.meteoblue.com)
20. [https6: https://www.met.hu](https://www.met.hu)
21. Izsáki, Z. (2007): Quality of maize (*Zea mays* L.) kernel as affected by the NP supplies of the soil. Acta Agronomica Hungarica. 55. 1: 99-114. p.
22. Könczöl P. (2018): Az állománysűrűség hatása a kukoricahibridek terméseredményeire, illetve a terméskomponensekre. Doktori (Phd) értekezés, DE MÉK, Debrecen.
23. Láng G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 408 p.
24. Lorens, G. F.-Bennett, J. M.-Loggale, L. B. (1987): Differences in drought resistance between two corn hybrids. Agronomy Journal. 61. 17-20. p.

25. Máté A. (2018): A kukorica termesztése, kukorica termesztés Magyarországon. Agrárodal https://www.agraroldal.hu/kukorica-termesztes_img-4.html
26. Nagy S. (2004): A kukorica vetés előkészítése. <https://www.agraroldal.hu/kukorica-5.html>
27. Nagypál B. (2014): Pár gondolat a kukorica és a napraforgó műtrágyázásáról, Agro napló, 2014. (18. évf.) 4. sz. 79. p.
28. Nielsen 2010a: Nielsen, R.L. (Bob). 2010., Silk Emergence. Corny News Network, Purdue Univ. <http://www.kingcorn.org/news/timeless/Silks.html>
29. Pekáry K. (1969): N-, P-, K-műtrágyaadagolási kísérletek kukoricával két Északkelet-Magyarországi termőhelyen. 186-201. p.
30. Pepó P. (2019): Integrált Növénytermesztés 2. Alapnövények. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 359 p.
31. Pepó P. (2021): A kukorica öntözéses termesztése <https://agrarium7.hu/cikkek/14-a-kukorica-ontozeses-termesztese>
32. Pepó P., Sárvári M. (2011): Gabonanövények termesztése. Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem jegyzet, Debrecen, 92 p.
33. Pepó, P.-Vad, A.-Berényi, S. (2006): Effect of some agrotechnical elements on the yield of maize on chernozem soil. Cereal Research Communications. 34. 1: 621-624. p.
34. Prokszáné P. Zs.-Széll E.-Kovácsné K. M. (1995): A nitrogén műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére és néhány beltartalmi mutatójára eltérő évjáratokban réti öntés talajon. Növénytermelés 44. 33-42 p.
35. Radics L. (1994): Szántóföldi növénytermesztéstan. Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem jegyzet, Budapest, 220 p.
36. Sebestyén E., Gyulai B. (2013): A kukorica táplálása az integrált növénytermesztésben, Agrárágazat, 2013. (14. évf.) 3. sz. 50,52. p.
37. Simon P. (2012): Kukorica startertrágyázási kísérletek, Agro napló, 2012. (16. évf.) 2. sz. 47. p.
38. Sárosi M. (2009): The effect of hybrid, nutrient-supply and irrigation on the grain moisture content at harvest and the starch-content of maize (*Zea mays* L.). Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis, 2009. 35. sz. 89-94. p.
39. Soó R. (1953): Fejlődéstörténeti növényrendszertan. Tankönyvkiadó, Budapest, 518 p.
40. Szabó Sz. (2012): A kukorica aszályreakciói és annak élettani háttere, Agro napló, 2012. (16. évf.) 12. sz. 18. p.
41. Szász Z. (2015): Horsch őszi talajművelés – avagy hogyan dolgozzuk be a nagy mennyiségű kukorica szármadarványt, Agro napló, 2015. (19. évf.) 10. sz. 2. p.
42. Szél S. (2007): A kukoricatermesztés feltételei, termesztési technológiák és a fajták kölcsönhatása. Agronapló, 2007. 4. sz. 33 p.
43. Tácsai J., Molnárné Fehér Gy., Rácz B., Lehoczki-Krsjak Sz., Fábíán L. (2015): Fejlesztők oldala: Mely környezeti kritériumokat vegyük figyelembe a kukorica-fajtaválasztáskor? Agro napló, 2015. (19. évf.) 12. sz. 41-44. p.

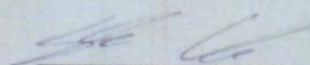
44. Takács N., Micskei Gy., Berzsenyi Z. (2008): Comparative analysis on the fertiliser responses of Martonvásár maize hybrids in long-term experiments, *Agrártudományi közlemények = Acta Agraria Debreceniensis*, 2008. 32. sz. 111-117. p.
45. Zsirai J. (1978): A kukorica vízháztartásának vizsgálata a műtrágyázás függvényében, a kukoricatermesztés technológiája. Diplomadolgozat, Agrártudományi Egyetem, Keszthely, 72 p.

NYILATKOZAT

Alulírott SZARKA VINCE MÁTE, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN Campus, MEZŐGAZDASÁGI TERENŐK szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

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

Kelt: 2023 év 05 hó 9 nap



Hallgató

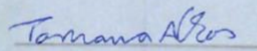
NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2023 év május hó 9 nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!