

SZAKDOLGOZAT

Rózsa Bence

Mezőgazdasági mérnöki Bsc



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Keszthelyi Campus

Mezőgazdasági Mérnöki Alapképzési Szakképzés

**A kukorica baktériumtrágyázása a talajtermékenységre és a
termés mennyiségére gyakorolt hatásainak vizsgálata**

Belső konzulens: Dr. Tóth Zoltán, egyetemi docens

Készítette: Rózsa Bence

Neptun kód: BW9B51

Intézet: Növénytermesztési tudományok - Intézet

Keszthely

2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
1.1 A Natur agro bemutatása	5
2. Szakirodalom áttekintése	8
2.1. A kukorica eredete	8
2.2. A kukorica fejlődési szakaszai	9
2.3. Ökológiai tényezők kölcsönhatásai a kukoricatermesztésben	10
2.3.1. Klimatikus tényezők	10
2.3.2. A kukorica vízkészlet-gazdálkodása	11
2.3.3. A kukoricatermesztés és az éghajlatváltozás interakciója	12
2.4. A növénynemesítés funkcionalitása a kukoricatermesztésben	13
2.5. Levéltrágyázása	14
2.5.1. Levéltrágyák általános ismertetése	14
2.5.2. Biotrágyák, biostimulátorok általános ismertetése	15
2.5.3. Levéltrágya, biostimulátor a kukoricában	16
3. Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)	18
3.1. A Natur Nova mikrobiológiai készítmény bemutatása	18
3.1.1. Szerepe, jelentősége	18
3.1.2. Miért javaslom?	19
3.2. Kísérlet bemutatása	19
3.2.1. Kísérlet helyszíni bemutatása:	20
3.2.2. A terület fontosabb meteorológiai adatai a következők:	23
3.3. A kísérleti terület bemutatása	25
3.4. A kísérlet során végzett mérések	27
4. Eredmények és értékelésük (megvitatás)	28
4.1. Spad eredmények	30
4.2. NDVI eredmények	32
5. Következtetések és javaslatok	34
6. Összefoglalás	35
7. Irodalomjegyzék	37
8. Táblázatok és ábrák jegyzéke	45

1. Bevezetés és célkitűzések

Köztudott, hogy a kukorica magyarországi viszonylatban - a búza mögött – a második legfontosabb kultúrnövény.

A kukorica kimagasló szerepet tölt be a humán táplálkozásban, az állati takarmányozásban, a bioetanol gyártásban és számos iparág nélkülözhetetlen alapanyagaként vált ismertté. Magyarország és egyben a világ egyik legmeghatározóbb ipari növénye, vetés területét, táplálkozási és takarmányozási szerepét is figyelembe véve. A világ kukorica termesztése az elmúlt években kimagasló ütemben fejlődött.

Világviszonylatban meghaladta a 185 millió hektárt, ezenkívül a betakarított termés az 1 milliárd tonnát. A legjelentősebb termesztő országok, Kína, Mexikó, Brazília, USA, India, Mexikó. Európa legnagyobb termelői között megtalálható Franciaország, Németország, Románia, Ukrajna és Magyarország egyaránt.

A kukorica mind takarmányozási és élelmezési szempontból kiemelkedő jelentőséggel bír Magyarországon, a takarmányozási receptúrák legfontosabb energia építő sarok kövének tekinthető, az egyik legnagyobb területen termesztett ipari növényünk az őszi búza mellett. Ebből következik, hogy szinte elhanyagolható azon mezőgazdasági termelők száma, ahol vagy takarmányozás vagy árutermelés a fő cél. Vetésterületi arányát figyelembe véve 25-35 % között változott az elmúlt 50 évben. Hazánkban is a termésátlagok növekvő tendenciát mutatnak, a 2016-os évben az 1,02 millió hektárról betakarított kukorica összes termés eredménye 8,8 millió tonna volt. Ez átlagosan 8,6 tonnás termést jelentett hektáronként.

Napjainkban a statisztikák az emberiség létszámának gyorsuló ütemű növekedését mutatják. 1950-ben 2 milliárd, 1970-ben 2,7 milliárd volt, 2010-ben pedig már több mint 7 milliárd, 2023-ra ez közel 8,1 milliárdra nő a Föld lakossága. Az előrejelzések szerint ilyen tendenciában 2050-ben a világ lakossága meghaladhatja akár a 9,5 milliárd főt is. Az egy főre jutó szántóterület napjainkra 0,2 ha-ra csökkent. Magyarország termőterülete elmúlt 15 évben 500 000 hektárral csökkent (HESZKY, 2015). Napjaink legnagyobb kihívása, a folyamatosan gyorsuló népesség növekedés mellett elegendő élelmiszerrel lássuk el az emberiséget.

A növénytermesztésnek ezen belül a kukoricatermesztésnek a legfőbb feladata, a rendelkezésünkre álló kukorica hibridekkel és precíz technológiai tudással fenntartható,

tervezhető, innovatív megoldásokkal segítse a minél nagyobb terméshozamok elérését, ezzel elegendő élelmiszert biztosítva az emberiség számára.

1.1. A Natur Agro Hungária Kft. bemutatása

A Natur Agro Hungária Kft. 2002 óta gyárt és forgalmaz környezetkímélő, hatékony, és a célzott tápanyag-utánpótlás megvalósítását elősegítő természetes alapanyagú technológiákat. Az általam vizsgált mikrobiológia talajoltás technológiájára később részletesen térek ki. A Natur Agro Hungária Kft. 100%-ban magyar tulajdonú cég. Az anyagok előállítását a váchartyáni gyárában végzik, ahol többek között fermentáló-üzem, alga-üzem, keverő-üzem, K+F részleg, ezen kívül lakatosüzem is helyet kapott; a cég saját gyártással forgalmaz, az anyagok szántóföldi alkalmazását megkönnyítő és egyben menetszámot csökkentő kijuttató egységeket is.

Az elmúlt években egy új projekt indult Mezőkomáromban, ahol a cég megvásárolt egy trágya feldolgozó üzemet, amelyet a legmodernebb Japán technológiával látott el. Ennek a beruházásnak köszönhetően napjainkban már szerves késztermékek érhetőek el, amelyek hatását jelenleg kísérletekben vizsgálja a cég. A célzott tápanyag-utánpótlás megvalósításának érdekében, különböző szolgáltatások is igénybe vehetők a Natur Agro Hungária Kft.-től. Ilyenek például a talajvizsgálati jegyzőkönyvre vagy a levélanalízis vizsgálatra alapozott szaktanácsadás. Ilyenkor lehetőség van a mért adatok alapján, akár tábla szinten összeállítani egy adott növénykultúrában a javasolt tápanyag-utánpótlási technológiát.

Édesapám 2014 óta dolgozik Natur Agro Hungária Kft.-nél, mint Baranya megyei értékesítő-szaktanácsadó. Már a kezdetektől nagyon szimpatikus volt számára, hogy a cég elhivatott abban, hogy környezetkímélő technológiát gyártson és forgalmazzon. Ez nem csak a felhasznált alapanyagokban, hanem többet között abban is megnyilvánul, hogy a piacon először a Natur Agro Hungária Kft. volt, aki az üres göngyölegeket elszállította a partnerektől újrahasznosítás céljából. Az általuk forgalmazott mikrobiológiai (baktériumok, gombák, algák) készítmények hozzájárulnak ahhoz, hogy az asztalra egészségesebb élelmiszerek kerüljenek. Büszke vagyok rá, hogy Édesapám egy olyan céget képvisel, ahol a fenntartható- és az integrált növénytermesztés alapelveit követve, környezetbarát módon tesznek azért, hogy a hazai növénytermesztés minél hatékonyabban tehessen eleget az egyre gyarapodó világnépszerűség okozta növekvő elvárásoknak.

A 2019 évben is az előző évekhez hasonlóan az ország földterületének 46%-a áll szántóföldi művelés alatt. Gabonaféléket a korábbi években tapasztalt visszaeséshez viszonyítva 2019-ben ismét több mint 2,5 millió hektáron (a hasznosított szántóterületének több mint 60%-án) termesztettek, ezen belül is főként kukoricát (42%) és őszi búzát (39%). A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján (KSH Statisztikai tükör 2019) 2019-ben kukoricát 1 048 070 hektáron vetettek.

Jelentőségét sokirányú hasznosíthatóságának és kitűnő alkalmazkodóképességének is köszönheti. A kukorica felhasználása évről évre emelkedik, folyamatosan nő a fejlődő országok, régiók igénye, ami a magasabb arányú takarmány fogyasztással is együtt jár. Közvetlen emberi fogyasztását a kukorica nagy energiatartalma és jó emészthetősége indokolja, ennek ellenére nagyobb arányban csak Indiában, Portugáliában, Braziliában, Guatemalában, Venezuelában és Mexikóban fogyasztják. Azonban az utóbbi években választékbővítés céljából több országban, így hazánkban is előtérbe került a kukorica emberi fogyasztásra való felhasználása, (kukoricapehellyel sült kenyér, kukoricaliszt és dara). Említést érdemel még a hazánkban is nagy jelentőségű csemegekukorica /konzervált, gyorsfagyasztott/ és a pattogatott kukorica is.

Napjainkban a kukorica, mint alapanyag a bioetanol előállításban egyre meghatározóbb szerepet tölt be. Az elmúlt évtizedekben szembetűnően növekedett a kukorica ipari célra való felhasználása, amely egyrészt a megújuló energiaforrások piaci kereslete, másrészt a keményítő alapú etanolgyártás áll.

A kukorica a legfontosabb nyersanyag az ipari keményítő számára. A növekvő népesség igényeinek kielégítése (élelmiszer, ipari felhasználás, nyersanyagok, energia stb.) egyre nagyobb mértékű elvárásokat támaszt a szántóföldi gazdálkodással szemben is. A népességnövekedés hatására a jelenlegi 2,8 milliárd tonna gabona szükséglet további 1 milliárd tonnával fog emelkedni. A körülményeket nehezíti, hogy a világ termőföld készlete folyamatosan csökken. Az egy főre jutó szántóterület nagysága ma már csak 0,2, míg 1961-ben ez 0,4 hektár volt.

Ennek következtében a javuló életszínvonal eredményezte élelmiszerigény mennyiségi növekedését a mezőgazdaságnak egyre kisebb területen kell előállítania, így a növénytermesztés és növénynemesítés előtt álló feladat óriási.

Célom ezzel a szakdolgozattal az, hogy a saját, illetve a környezetemben gyűjtött tapasztalataimat ismertessem, szakirodalommal egybefűzve. Bemutassam a kukoricát, mint egyik legfontosabb hazai kultúrnövényünket, illetve a termesztésben használt növény-specifikus készítményeket, amelyekkel növelhetjük a kukoricatermés hozamát. Azért is esett a kukoricára a választásom a kultúrnövényeink közül, mivel egy érdekes növénynek tartom, mind ökológiai, mind fenológiai szempontból, sokféle dolgot megtudhatunk, egy kísérlet beállítása során. A bevezetőt pedig egy idézettel zárom.

„Elnézni a kukorica növekedését, a rügyek kipattanását, megpihenni az ekevas vagy a kapa fölött; olvasni, gondolkodni, szeretni, reménykedni, imádkozni - ezek a dolgok teszik boldoggá az embereket.” (John Ruskin)

2. Szakirodalmi áttekintés

A Föld népessége az elkövetkezendő 50 évben jelentősen növekedik és meghaladja a 9-10 milliárd főt (FUTÓ, 2017) szerint. A növekvő népesség igen jelentős élelmiszer termelést követel meg, ezért az előállított kukorica mennyiségét is növelni szükséges. A következő néhány évtizedben a termelőknek meg kell találni a módját, hogyan növelhetik a termés mennyiségét, hogy az kielégítse a Föld növekvő populációjának igényeit (DAVIS, 2017). A globális élelmiszer kereslet (MICHIEL, 2021) alapján várhatóan 35–56%-kal fog növekedni 2010 és 2050 között. A kukorica a világ egyik legfontosabb termesztett kultúrnövénye, a lakosság élelmezésében betöltött alapvető szerepe és a jó termeszthető képessége miatt. Magyarország a világ kukorica termésátlagában a 11., az éves termésátlag növekedés kategóriájában a 8. helyen áll (VÁNYINÉ SZÉLES, 2012).

2.1. A kukorica eredete, rendszertana

A kukoricát egyfajta titokzatosság veszi körül, mert bár a leginkább tanulmányozott növények közé tartozik, mégsem tudjuk eredetét teljes bizonyossággal megállapítani. Egy dolog van, amiben a kutatók megegyeznek, abban, hogy a növény hazája Amerika; az Újvilág és a kontinens legfontosabb tápláléka (NAGY, 2007). Galinat szerint miután Kolombusz felfedezte Amerikát, került a kukorica Európába, ahonnan aztán az egész világon elterjedt (GALINAT, 1979). 1494-ben került Portugál hajósok által Olaszországba, majd Egyiptomba 1517-ben és később Törökországba. A kukorica őshazája Északkelet-Brazília, Dél Brazília és Paraguay területe volt, innen terjedt el szerte a Földön. Ezért Közép-Amerika és Mexikó valószínűsíthetően csak a második otthona volt (GEISLER, 1980) kutatásai alapján. Míg (LAZÁNYI, 1955) alapján Kolumbusz hozta Európába a kukoricát 1493-ban. A felfedezők először a Kis-Antillák őslakóival kerültek érintkezésbe, és ott látták meg először a kukoricát, melyet a szigetlakók „Maihz”-nak neveztek. Ezt az elnevezést vették át a spanyolok, és ebből keletkezett a „Mays” szó, melyet Linné a kukoricafaj nevéül választott, a nemzetséget pedig a görög „Zooín” (=élni) szóból a „Zea” névvel jelölte (NAGY, 2021).

A *Zea mays* L. a pázsitfűfélék (poaceae) családjába tartozik, azon belül a kukorica (*Zea*) nemzetségének egyedüli faja.

2.2. A kukorica fejlődési szakaszai

Számos osztályozási megközelítés használható a kukorica növény növekedési szakaszának azonosítására, (RITCHIE, a, 1997) az Iowa State University által kidolgozott széles körben elterjedt osztályozási rendszert alkalmazta. Ez a rendszer a kukorica növekedését és fejlődését vegetatív (V) és reprodukzív (generatív) (R) szakaszokra osztja.

1. táblázat: A kukorica növekedési, és fejlődési fázisai

Forrás: (RITCHIE, 1997)

Vegetatív szakaszok		Reprodukzív szakaszok	
VE	kelés	R1	bibe virágzás
V1	első levél	R2	hólyag állapot
V2	második levél	R3	tejesérés
V3	harmadik levél	R4	viaszérés
V(n)	n-edik levél	R5	kupanyom megjelenése
VT	címerhányás	R6	fiziológiai érettség

A csírázás folyamatát (TOOLE, 1924) három elkülönülő fázisra bontotta: 1. a szemek duzzadása, magas vízfelvétel, 2. sejtek megnyúlása, 3. merisztematikus sejtek osztódása. A kelés megtörténte után a növény fejlettségét a szakirodalom a vegetatív szakaszban a levelek számával (pontosabban a „levélgallérok” számával) írja le. Értelemszerűen a V1, V2, V3 stb. az első, a második és a harmadik levélgallér megjelenését jelzi (KISS, 2014). V(n) ahol n a címer megjelenéséig látható gallérral ellátott levelek száma. A generatív szakaszok bibe virágzáskor kezdődnek (R1) és a fiziológiai érettséggel vagy „fekete réteg” megjelenésével ér véget (R6) (NLEYA, 2016).

2.3. Ökológiai tényezők kölcsönhatásai a kukoricatermesztésben

2.3.1. Klimatikus tényezők

A kukorica nagy víz- és hőmérséklet igényű trópusi eredetű növény, amit (BERÉNYI, 1945) és (SURÁNYI, 1957) éghajlatigényeire vonatkozó első kutatások is megerősítettek. Az újabb kutatási eredmények ezt alátámasztják (NAGY, 2021) szerint, illetve számszerű eredményekkel rendelkeznek a részletekre vonatkozóan. Ki lehet jelenteni, hogy a magyarországi éghajlati adottságok mellett - legalábbis a jellemző szántóföldi kultúrák viszonylatában – a kukorica a hő- és vízigényes növények közé sorolható. A hőegység az a hőmennyiség, amely szükséges a kukorica növény fejlődéséhez és növekedéséhez a csírázástól a fiziológiai érettség bekövetkeztéig. Számításának több módszere is ismeret (JÓZSA, 1981).

Több kutató is megállapította, hogy a kukorica átvészeli a rövid ideig tartó magas hőmérsékleti hatásokat, de érzékeny a szélsőséges hőségre (HDD- heatdegree days) (NEILD, 1987) és (ZAIDI, 2005). A maximális hőmérséklet (T_{max}) az optimális növekedéshez és fejlődéshez 25 és 33 °C között, a minimális hőmérséklet (T_{min}) 17 és 23 °C között, az átlagos optimális hőmérséklet a teljes tenyészidőszakban 20 és 33 °C között mozog. (LÁNG, 1976) leírásai alapján a Magyarországon jellemzően termesztett hibridek effektív hőösszeg igénye - 10 °C-os bázis hőmérséklettel számolva – 1100 - 1400 °C. Ez az a hőösszeg, ami sokévi átlagban rendelkezésre áll az országban. Hazánkban különböző hőegységzónák vannak, ezek segítségével sikeresen megválaszthatjuk a hibridek tenyészidejét (MENYHÁRT, 1985).

Annak érdekében, hogy a világ minden részén azonos módon legyen értelmezhető a kukorica tenyészideje, 1954-ben Rómában, a FAO VII. Kukoricakongresszusán kilenc érés csoportba sorolták be a világon fellelhető, különböző tenyészidejű fajták és hibridek mindegyikét. A legkorábbi a 100-as, a legkésőbbi a 900-as éréscsoport lett. Minden egyes csoportban kijelöltek egy-egy hibridet, amelyekhez viszonyítva könnyen meghatározható az új hibridek tenyészideje. Ezt a tenyészidő-jelölést nevezték el FAO-számnak, amit a világ számos országában bevezettek. (NAGY, 2023) és munkatársai a Debreceni Egyetem Látóképi Szántóföldi Kísérleti Központjában öt eltérő FAO-számú (350, 380, 420, 490 és 510) kukorica hibridet is sikerrel termesztettek.

2.3.2. A kukorica vízkészlet-gazdálkodása

Hazánkban a kukorica termését a napsütötte órák száma, a hőmérséklet, az ásványi anyagok, a könnyen felvehető növényi tápanyagok mellett döntő mértékben a vízellátottság határozza meg. A vízellátás függ a talaj tulajdonságaitól és a csapadék mennyiségétől, valamint időbeli eloszlásától. Mivel a növények a vizet gyökereikön keresztül veszik fel, ezért nem a csapadék mennyisége, hanem a talajban található, növények számára hasznosítható víz mennyisége a döntő (HUZSVAI, 2005).

Április és szeptember között (BOCZ, 1996) számításai alapján a csapadékösszeg-optimum 420-440 mm, (SZALÓKI, 1989) viszont 420-550 mm-ben állapította meg a kukorica vízigényének összegét. A virágzástól a teljes érésig tartó időintervallum kritikus, ilyenkor az időjárás függvényében 4-6 mm a vízigény naponta. A kukorica vízigénye a teljes vegetációs periódus alatt 430-550 mm (SHAW, 1976; GAJDOS, 2013) kutatásai alapján, ebből a legtöbb vizet a termékenyülés és szemtelítődés időszakában (július, augusztus) igényli.

A címerhányás idején a legmagasabb a kukorica vízigénye, mivel az ebben az időszakban fellépő aszály akár 40-50%-os termésdepressziót is eredményezhet (CLAASSEN, 1970).

A vízhiány olykor nagymértékű termés veszteséget eredményezhet (LORENS, 1987) tanulmányi alapján. Ez annak függvénye, hogy a növény melyik fenológiai állapotában jelentkezik, milyen a növény genetikai stressztűrő képessége, és hogy a fellépő stresszhatás milyen mértékben, mennyi ideig sújtja a növényt.

Pepó P. megállapította, hogy a címerhányás időszaka alatti aszály 53%-kal, a szemtelítődés alatti aszály 30%-kal csökkenti a termést (PEPÓ, 2011). Az elérhető maximális termést a tenyésztésben lehullott csapadékon kívül, az őszi-téli félév csapadék mennyisége is befolyásolja. Elképzelhető, hogy nem egy esős évben lesz a kukorica termése kiemelkedő, de a következő évben, amikor már a hőmérséklet is kedvező, kimagasló lehet a termés hozama. Akár 500 mm vizet is képesek tárolni talajok (200 cm mélységig), melynek 50%-a diszponibilis víz. A kukorica még 150-200 cm mélységből is képes a víz felvételére. Káros lehet a túl sok csapadék is a kukorica szempontjából, hiszen a pórusterfogat vízzel telítődése miatt a gyökerek oxigénellátása az optimálistól eltérhet.

A kukorica vízfogyasztásának üteme és növekedési tendenciája a növényfejlődés ütemével párhuzamosan a növekvő vegetatív tömeggel párhuzamos. A fejlődés kezdetén és a szemtelítődés utáni időszakban kisebb a növények vízfogyasztása. A legtöbb vizet a kukorica a címerhányástól a szemtelítődésig terjedő időszakban igényli (ANTAL, 2005).

2.3.3. A kukoricatermesztés és az éghajlatváltozás interakciója

Az éghajlatváltozás, mint a fizikai és biológiai rendszerek módosulásainak fő mozgatórugója, az egyik legjelentősebb kihívás, amellyel az emberiség szembesül a 21. században (NOLAN, 2018).

A téli csapadék az 1900-as évek első felétől, a tavaszi csapadék az 1950-es évektől, a nyári csapadék az 1980-as évektől és az őszi csapadék az 1950-es évektől napjainkig fokozatosan csökken (RÁCZ, 1999; BIACS, 2004; DOMONKOS, 2004).

Az éves átlaghőmérséklet az elmúlt évszázad kezdetétől fokozatos emelkedést mutat, amely kedvezőtlenül befolyásolhatja a klíma más fontos elemeit (csapadék, sugárzás, szél stb.) (MÁRTON, 2005). A jövőben (JAN, 1994; GEOFFREY, 1995; DORLAND, 2000; PATRICK, 2002; SZÁSZ, 2005); drámaivá fokozódhat a sujtóaszályok és az árvizek gyakorisága (JACQUES, 1997).

Az éghajlatváltozás hatása az európai kukorica övezetekre (LUBELL, 2014) és (RAY, 2019) szerint (Bulgária, Horvátország, Magyarország, Románia és Szerbia egyes részei), lehetővé tette a korai érésű hibridek korábbi vetését. A korábbi vetési időpontokkal vagy korábbi hibridek vetésével, indokolatlan a feltételezett kedvezőtlen időjárási viszonyok, főleg virágzás közben. A hőmérséklet és a csapadék globális trendjei azonban azt jelzik, hogy rendkívüli és extrém időjárási események a vegetációs időszakban bármikor előfordulhatnak, beleértve a hideg tavaszt és a késő tavaszi fagyot, így néha értelmetlenné válik a korai vetés (LEE, 2016) és (BAUM, 2019).

Az éves átlagos talajvíz készlet 1981 és 2007 között folyamatosan csökkent az egész kontinens, de a legnagyobb mértékben Kelet-Európában, míg Észak-Európában legkevésbé. Az év nyári felében az európai termőterületek 45,5 %-án jelentősen csökkent a felső 28 cm-es talajréteg elérhető víztartalma, és mindösszesen ezen termőterületek 1,0 %-nál mutatkozott jelentős nedvesség növekedés. A nyári félév nedvességtartalma szinte Kelet-Európa egész területén csökkent, veszélyeztetve a kukorica vegetációs és reprodukciós időszakait (PINKE, 2022).

A hőmérsékleti viszonyok megváltozásáról beszélt (SÁRVÁRI, 2006), aki megemlíti, hogy az elmúlt 15 évben (1991-2005) csak 1991, 2003 és 2005 években volt alacsonyabb az évi középhőmérséklet, mint a 30 éves átlag, viszont a kukorica tenyészidejében (április-szeptember) és kritikus időszakában (június-augusztus) mért középhőmérséklet minden évben meghaladta az erre az időszakra vonatkozó 30 éves átlagot.

A növekvő légköri CO₂-koncentráció várhatóan serkenti a nitrogénáz enzim aktivitását (GIBSON 1982), és ezáltal a nitrogénkötést is (TISSUE 1996). Ahhoz, hogy a kukorica termésbiztonságát növelni tudjuk, a klimatikus tényezőket modifikálni nem lehet, ezzel szemben csökkenthetjük az időjárás okozta hátrányos hatásokat, termőhelyhez igazított hibrid választással és szakszerű, a növény igényeit figyelembe vevő, hibridspecifikus agrotechnika alkalmazásával (PEPÓ P, 2006).

2.4. A növénynemesítés funkcionalitása a kukoricatermesztésben

Magyarországon Baross László 1895-ben, Bánkúton, keresztezéssel és szelekcióval több kukorica fajtát állított elő. Fleischmann Rudolf először fajtahibridet állított elő, amely 10-15 %-kal volt képes nagyobb termést adni a szabadelvirágzású fajtákhoz képest. Két kukoricafajta keresztezésével 1933-ban előállította a Fleischmann-fél lófogú heterózis kukoricát, amelyet 1953-ban Óvári-4 néven ismertek el (NAGY, 2021). Majd 1953-ban Pap Endre előállította az Mv 5-ös beltenyésztett hibridet, amely 1965 után terjedt el. A beltenyésztett hibridek 20-30 %-kal képesek nagyobb termésre a szabadelvirágzású fajtákhoz hasonlítva. Kukoricatermesztésünk fejlődése 1980-as évekig rendkívül dinamikus volt, 1970-től korszerű biológiai alapok (hibridek) kerültek termesztésbe, nőtt a szakértelem, ennek következtében a kukoricatermesztés világ élvonalába kerültünk. Ebben az időben a genetikai haladás 1960-1980 között 151,5 kg/ha volt, (Amerikában a genetikai haladás ugyanebben az időben 124,0 kg/ha.) (HIDVÉGI, 2007).

A termesztett fajta értékét az határozza meg, hogy milyen az agroökológiai és termesztés-technológiai alkalmazkodó képessége, a termésbiztonsága, és más gazdasági tulajdonsága (JOLÁNKAI, 1999).

Amióta a hibrid vetőmag használata elterjedt, a kukorica alkalmazkodó képessége még tovább növekedett. A hibridizálással tovább rövidíthető és nyújtható a tenyészidő, és ezzel együtt a kukoricatermesztés földrajzi kiterjesztése tovább szélesíthető. Hasonlóképpen fokozható a termőképessége a legkülönbözőbb tenyész feltételek közt (ERDEI, 1955).

Javítható a kukorica termésbiztonsága az adott ökológiai körülményekhez legjobban igazodó, kedvező nedvesség leadó képességű hibridek termesztésével (NYÉKI, 2021; ZELENÁK, 2022).

Bocz kutatásai alapján a fajta 25%-ban járul hozzá a kukoricatermés növekedéshez (BOCZ, 1981). Berzsenyi tartamkísérletei alapján, a hibrid megválasztása 32,6% hatással volt a kukorica termésére (BERZSENYI, 2011). Németh szerint a termésnövekedés kb. 50%-ban a jobb fajtáknak, és a korszerű hibrideknek volt köszönhető (NÉMETH, 1985). A fenntartható kukoricatermesztés egyik nélkülözhetetlen feltétele a biológiai háttér helyes megválasztása (PEPÓ P, 1998).

2.5. Levéltrágyázás

2.5.1. Levéltrágyák általános ismertetése

Mayer a kutatásai alapján 1874-ben bizonyítást tett arról, hogy a növények levelükön keresztül is képesek tápanyag fel-vételre (MAYER, 1874).

A gyökérhez hasonló mechanizmussal történik a felvétel a levélben is. Lejátszódik az ioncsere, abszorpció, diffúzió, tömegáramlás. A levélre került ionok és molekulák a kutikula mikropórusain hatolnak át. Nedvesítve ugyanis a viaszos, bőrszerű kutikula kitágul és folytonossági hiányait, pórusait feltárja. A bejutott tápanyagok a sejt közötti járatokon át a felhasználás helyére jutnak. A H^+ leadásával a protoplazma szelektíven fém kationokat, HCO_3^- leadásával anionokat köt meg. A diffúzió fenntartja az egyirányú anyagáramlást, hiszen a sejtbe lépett tápelemek folytonosan felhasználnak. A sztómák gázcsere nyílásainak nincs különösebb szerepe a felvételben (KÁDÁR, 2008).

Az időjárási szélsőségek (például a hőstressz és a szárazság), valamint a talajban lévő mikroelemek korlátozott hozzáférhetősége, talajnak a műtrágyázására készítette a gazdálkodókat (BRANKOV, 2020). Megannyi tanulmány eredménye azt mutatja, hogy a levéltrágyák pozitív szerepet játszanak a termésminőség, a terméshozam és az anyagcsere folyamatok javításában (FERNÁNDEZ, 2013; KITH, 2022). Víg (2010) által vizsgált eredmények statisztikai értékelése során arra a megállapításra jutottak, hogy a tesztelt levéltrágyák alkalmazásával javul a kukorica állomány stressztűrő képessége és kondíciója.

A kísérletben alkalmazott kezeléstől függően az alaptrágyázáson felül további termésnövekedést tapasztaltak.

2.5.2. Biotrágyák, biostimulátorok általános ismertetése

A biostimulátor levéltrágyák alkalmazása világviszonylatban elterjedt és egyre több helyen alkalmazzák a gazdálkodók. A levélen keresztüli táplálás a modern növénytermesztés új technológiai lehetősége, mely közvetlen hatást fejt ki növény fiziológiai folyamataira (ILLÉS, a, 2020).

A különböző makro- és mikroalgák a növényi életfolyamatokat segítő organikus biostimuláns vegyületek közismert forrásai (ARIOLI, 2015). A mikroalgák olyan fotoszintetizáló élő szervezetek, amelyek megélnek mind tengeri, mind édesvízi környezetben (PRYADARSHANI, 2012), továbbá szennyvíz felhasználásával is előállíthatók, ezzel is csökkentve a termelési költségeket (ACIÉN, 2016).

A mikroalgák növényekre gyakorolt biostimuláns hatásáról számos értekezés született (CROUCH, 1993; BLUNDEN, 1996; BULGARI, 2015). Ezek alapján befolyásolják a sejtlégzést, a fotoszintézist, a nukleinsavszintézist és a növények ionfelvételét. Emellett javíthatják a talajban tápanyagkészlet hozzáférhetőségét növények számára, fokozzák a talaj víztartó képességét, a növények antioxidáns tartalmát, növelik a sejttanyagcserét és a klorofill tartalmat, továbbá képesek lehetnek az abiotikus stressz hatásokkal szemben fokozni a növény ellenálló képességét, ezáltal képesek javítani a termésbiztonságot (ABD EL-BAKY, 2010).

A mikroalgák és cianobaktériumok biotrágyaként történő felhasználása nagyobb biomassza felhalmozódást, ezzel együtt nagyobb terméshozamokat is eredményezhet (SHAABAN, 2001; GARCIA-GONZALEZ, 2016).

A biotrágyák fontos szerepet játszhatnak a fenntartható mezőgazdasági ökoszisztémákban (WU, 2005) és (KINCSES, 2009) kutatásaik alapján, mivel segíthetnek a talajok termékenységének megőrzésében, ezenkívül (GOULD, 1990) véleménye alapján a környezet kémiai terhelése nélkül javíthatjuk felhasználásukkal a terméseredményeket.

Biotrágyának tekintjük azokat a készítményeket, amelyek a tápanyagok feltáródására, valamint a növényi növekedésre és fejlődésre kedvezően ható mikroorganizmusokat tartalmaznak (VESSEY, 2003), melyek lehetnek algák. A biotrágyaként tesztelt algafajok elsősorban a kékmoszatok (Cyanophyta) és a zöldmoszatok (Chlorophyta) törzséből kerülnek ki.

A legnagyobb mennyiségben előállított és használt mikroalga fajok a következők: *Aphanizomenon* spp., *Arthrospira* spp., *Chlorella* spp., *Dunaliella* spp., *Nostoc* spp. Ezen fajokból kinyert mikroalga biomassza bizonyítottan tartalmaz makro- és mikroelemeket, NPK-tartalma miatt organikus lassú felszívódási ütemű műtrágyának tekinthető (COPPENS, 2016).

Az algák termésmenvelő hatékonysága a jó nitrogén szolgáltató képesség mellett köszönhető a bennük előforduló mikroelemeknek (Fe, Cu, Mn, Zn), vitaminoknak, auxinoknak, gibberelineknek, citokinineknek, betaineknek, aminosavaknak, vitaminoknak és poliaminoknak is (PÉTERFI, 1977; STIRK, 2013).

A mikroalgák mezőgazdasági kijuttatásának egyik formája az algatenyészetekből kinyert extraktum levélen keresztüli kijuttatása, megfelelő koncentráció és permetlé mennyiség meghatározásával (RENUKA, 2018). Ez bizonyult a leghatásosabb biostimuláns hatás szempontjából, mert magas relatív páratartalom mellett a levél nyitott sztomáin keresztül megnövekszik azok permeabilitása, így nagy mennyiséget tud felvenni a növény (CHIAIESE, 2018).

2.5.3. Levéltrágya, biostimulátor a kukoricában

RODINPUIA kukoricán végzett levéltrágyázási kísérlete, szignifikánsan növelte növény száraz tömegét, magasságát és egyéb növekedési jellemzőit (RODINPUIA, 2019). Víg megállapította, hogy az általa tesztelt lombtrágyák alkalmazásával javul a kukorica állomány kondíciója, ezen felül a kísérletben alkalmazott kezeléstől függően az alaptrágyázáson felül további termésmenbbetet tapasztalt (VÍG, a, 2010).

Illés alगतartalmú biostimulátor levéltrágya kezelést alkalmazott 8 leveles fejlettségi állapotban. A tenyészidőszak során az algakezelés növelte a zöld növényi részek prolin tartalmát, amely kedvező hatást gyakorolt a kukorica szárazság stresszel szembeni védekező rendszerére (ILLÉS, b, 2020).

Víg és munkatársai egyéb biostimulátorok mellett a Natur Plasma biostimulátor hatásait vizsgálták 2006 és 2007 során kukorica állományban. Megállapították, hogy a kezelése kedvezően hatott a vetőmag kukoricaállomány kondíciójára, termékenyülésére és termésére. A vizsgált készítmények kijuttatásával kedvezőbb termés növekedést értünk el az aszályos években, mint a termékenyülés szempontjából kedvezőbb 2008-as évben, amiből arra következtetünk, hogy az alga és algakivonat alapú lombtrágyák termésmenvelő hatása a

növénykondicionáló hatásukból adódik, ami stresszhelyzetben (pld.: légköri aszály) erőteljesebb, mint optimális körülmények között (VÍG, b, 2010).

A lombon keresztüli növény táplálás elengedhetetlen sarokköve a jövő profitábilis kukorica termesztésének. A levélen keresztül történő tápanyag utánpótlás, mint agrotechnikai elem alkalmazása minden esetben kiemelkedő jelentőséggel bír a terméseredményekre gyakorolt pozitív hatását tekintve (KITH, 2022).

3. Alkalmazott módszerek (anyag és módszer)

3.1. A Natur Nova mikrobiológiai készítmény bemutatása

A Natur Nova egy speciálisan kapásnövények számára fejlesztett kétkomponensű mikrobiológiai készítmény.

4 féle baktériumtörzset, és 3 féle gomba fajt tartalmaz.

Folyékony formában kerül a fényvédős műanyag kannákba (5-10-20 l), ill. 1000 literes IBC tartályba. Kijuttatása szántóföldi permetezővel (akár önjáró permetező géppel), vagy a cégünk által kifejlesztett Natur Jet egymenetes kijuttató berendezéssel történhet.

A kijuttatást a magágyelőkészítéssel egy menetben, vagy kultivátorozáskor (Natur Jet esetén), szántóföldi permetezővel pedig vetés előtt javasolja kijuttatni a gyártó, az alkalmazott talajmunkákkal egy menetben.

3.1.1. Szerepe, jelentősége

A Natur Nova komplex mikrobiális összetételének köszönhetően összetett hatást fejt ki a talajban:

- a nitrifikáló baktériumok segítségével légköri N-t köt meg (kb. 30 kg/ha)
- a BT (*Bacillus thuringiensis*) törzseknek köszönhetően mobilizálja a talajban kötött állapotban - a kultúrnövények számára nem felvehető formában jelenlévő - P-t (kb. 30 kg/ ha), valamint gyéríti a talajban lévő drótféreg, kukorica bogár L1, L2 lárváit, az általa képzett toxin kristályok segítségével (biokontroll hatás)
- a talajban található szerves anyagok (pl. szármaradványok) elbontásával nagy mennyiségű K-t tár fel (kb. 30 kg/ ha)
- a hemicellulóz, cellulóz, és lignin bontó baktériumok, és gombák segítségével csökkenti a Pentozán hatást, ezáltal további kb. 30 kg/ha felvehető N-t szabadít fel
- a biológiai NPK hatás következtében hozamnövelést generál
- javítja a talaj morzsalékosságát
- javítja a talaj vízmegtartó képességét, ezáltal támogatja a vízoldott tápanyagok felvételét

- aminosavak, és hormonok termelésével támogatja a gazdanövényt a gyökérzetén keresztül

- a Trichoderma gomba törzsek parazitálják a talajlakó patogén gombákat (pl. fusarium, sclerotinia), ezáltal erősítik a talaj egészséget, és javítják a kapások stressztűrő képességét, erősítik a növények immunrendszerét

- rendszeres alkalmazása esetén javul a talajszerkezet, ezáltal kevesebb gázolaj felhasználásával végezhető el ugyanaz a talajmunka

- semlegesíti a talajban maradt növényvédőszer maradványokat

- csökkenti a műtrágya kimosódás kockázatát (un. szivacs hatás)

- extrém körülmények (pl. aszály) között is képes mikrobiális támogatást nyújtani a kapásnövényeknek, ezzel segítve a "túlélést", tovább maradnak zölden a levelek

3.1.2. Miért javaslom?

Több, mint 9 éves pozitív tapasztalataim alapján javaslom a kapásnövények termelése során alkalmazni a Natur Novát. Használatával javul a termésbiztonság, egészségesebb lesz a talaj/ növény, erősödik az immunrendszere, nő a stressztűrő képessége, Alkalmazásával kb. 10% hozam növekedést tudunk elérni. A napraforgó esetén nő az olajtartalom, javul a kaszatokban a szemtelítődés. A kukorica csövei egészségesek lesznek, a szemek a cső teljes hosszában telítődnek. Csökken az aflatoxin tartalom. Takarmányozás céljára alkalmasabb, magas beltartalmi értékekkel rendelkező termést kapunk.

3.2. Kísérlet bemutatása

Kísérletben felhasznált vetőmag: DKC4792

FAO szám: 350-370 Közép-korai éréscsoport

A Bayer világcég közép-európai nemesítési központja a magyarországi Szatymazban található, a nálunk forgalmazott szemes kukorica hibridek zöme innét származik, vagyis ebben a térségben, az itt uralkodó környezeti feltételek között lettek kinemesítve. Egyedi tulajdonságaik között a stabil és magas terméshozam mellett immár a változó környezeti feltételekhez való alkalmazkodó képesség is egyre fontosabb szerepet kap. A fajtaszortiment

egyike a DKC 4792 (FAO 380) szemes hibrid újdonság, amely rendkívül nagy terméspotenciállal rendelkezik (15 t/ha feletti hozamokkal), ugyanakkor jól alkalmazkodik a szárazsághoz is. Az aszálytűrő képessége kiemelkedő. Rendkívül gyors kezdeti növekedés, kiváló egészségi állapot és a fuzáriumos fertőzésekkel szembeni fokozottabb ellenálló képesség jellemzi. Erős szár jellemzi, nem hajlamos a megdőlésre megfelelő tőszám beállítás mellett. Csőtípusát fix kötés jellemzi, bírja a tőszám sűrítést (80.000 beállt tő/ha ajánlott). Jellegzetes, vastag, zömök csőtípusa mellett intenzív vízleadás dinamikát képvisel.

3.2.1. Kísérleti helyszín bemutatása:

Magyarország Kistájainak Katasztere I.

1.5.11 DRÁVA-SÍK

A kistáj Baranya és Somogy megyében helyezkedik el. Területe 432 km² (a középtáj 33,3%-a, a nagytáj 0,8%-a).

Domborzat:

A kistáj 89,5 és 110 m közötti Tengerszint feletti magasságú tökéletes síkság. Átlagos relatív reliefé 2 m/km², Nyugat felé kissé magasabb értékű. A felszín több mint 50%-a ártéri síkság (főként Keleten), 35%-a alacsony ármentes síkság orográfiai domborzattípusba sorolható, amelyet futóhomokkal fedett enyhén hullámos síksági részek tagolnak. A Drávához és mellékpatakjaihoz simuló jelenkori, ármentesített területek geomorfológiai viszonyai igen egyszerűek. Az árvízveszélyes felszínen egyveretű gazdálkodás folyik. Éles, teraszszerű megjelenésű Északi határáig a legjellemzőbb formák az elhagyott meanderek.

Földtan:

A medencealjzatot a Nyugati részen a Drávai metamorfit összlet képződményei, K-en pedig triász törmelékes-karbonátos kőzetek alkotják. A kistáj a pleisztocén elején és közepén az Északról érkező vízfolyások akkumulációs területe is volt. A Dráva-árok és a Dráva menti síkság nem egységes szerkezetű árok, hanem kisebb részmedencék, ill. néha enyhén emelkedő felszínek együttese. A medence süllyedésének utolsó bizonyítható időszaka a würm. A felszínen és a felszín közelében mindenütt holocén kori folyóvízi, főként iszapos üledékek települnek.

Éghajlat:

Mérsékelt meleg, mérsékelt nedves; de K-en mérsékelt száraz éghajlatú. A napsütéses órák évi száma Nyugatról (2000) K felé nő (2050). A nyári évnegyedben hasonló eloszlással 810-820 óra napsütés várható. A téli időszak napsütéses óráinak száma 210. Az évi középhőmérséklet K-en 10,6-10,8 °C, Nyugaton 10,4-10,6 °C között alakul. A vegetációs időszakban K-en 17,4 °C, Nyugaton 17,0-17,2 °C-os középhőmérséklet várható. A napi középhőmérséklet hasonló a csapadék eloszlása, az értékek kb. 380 mm, 380-400 mm és 400-420 mm között változnak. A 24 órás csapadékmaximum 102 mm (Alsószentmárton). A hótakarós napok száma 30 körüli. Az átlagos maximális hóvastagság 20-22 cm. Az ariditási index K-en 1,04-1,07, középen 0,98-1,00, Nyugaton 0,96. Leggyakoribb szélirány az ÉNy-i, de főleg az őszi hónapokban nem elhanyagolható a K-i, DK-i szél sem. Az átlagos szélsébség 2,5 m/s körüli. Mérsékelt nedves és nedves vidék, ezért a vízigényesebb növényeknek is kedvező az éghajlat. 200-204 napon keresztül haladja meg a 10 °C-ot (március utolsó napjaitól okt. 20-22-ig). A fagymentes időszak kb. 200-202 napig tart, kezdete ápr. 5-7-re, vége pedig okt. 26-28. körülre esik.

A legmagasabb nyári hőmérsékletek sokévi átlaga 34,0 °C körüli, a legalacsonyabb minimum hőmérsékletek pedig Nyugaton -16,5 és -17,0 °C közötti, másutt -16,0 °C. A csapadék évi összege Keletről Nyugatra nő: 660-680 mm (K-en), 700-720 mm (középen) és 730 mm (Nyugaton) körüliek. A vegetációs időszakban hasonló a csapadék eloszlása, az értékek kb. 380 mm, 380-400 mm és 400-420 mm között változnak. A 24 órás csapadékmaximum 102 mm (Alsószentmárton). A hótakarós napok száma 30 körüli. Az átlagos maximális hóvastagság 20-22 cm. Az ariditási index K-en 1,04-1,07, középen 0,98-1,00, Nyugaton 0,96. Leggyakoribb szélirány az ÉNy-i, de főleg az őszi hónapokban nem

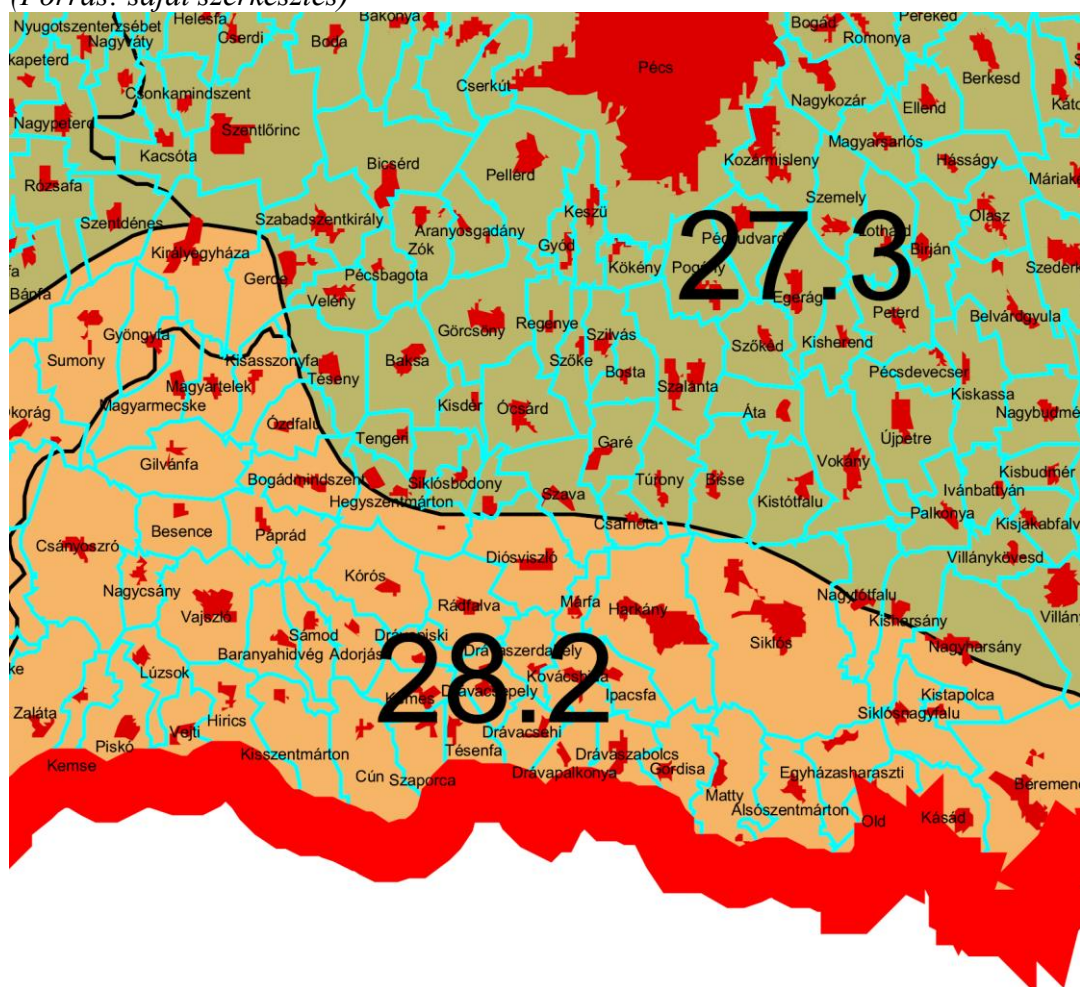
elhanyagolható a K-i, DK-i szél sem. Az átlagos szélsébség 2,5 m/s körüli. Mérsékelt nedves és nedves vidék, ezért a vízigényesebb növényeknek is kedvező az éghajlat.

Talajok:

A kistáj taljai zömmel alluviális üledékeken képződtek. A kistajat Nyugatról határoló agyagbemosódásos barna erdőtalajok (2%) és a Drávaiványi és Kísszentmárton között található barnaföldek (5%) egyaránt homok mechanikai összetételű, periglaciális üledékeken képződtek. Az agyagbemosódásos barna erdőtalajok főként (80%) szántóként és legfeljebb 5%-ban gyepként hasznosíthatók. Területük 15%-át település foglalja. A barnaföldek közel 50%-a erdőként, a másik fele szántóként hasznosítható. A Dráva menti nyers öntés talajok kiterjedése 2%.

A humuszanyagokban gazdagabb, vályog és a Matty-ér környéki agyagos vályog mechanikai összetételű öntésanyagokon felszíntől karbonátos réti talajok találhatók (8%). Termékenyséjük közepes, 55-80 (int.) talajminőségi kategóriájú. Erdő a területükön legfeljebb kb. 13%, szántó azonban akár 75% is lehet. A kistáj meghatározó talajtípusa a Dráva-ártér öntés réti talaja (83%). E talaj mechanikai összetétele homokos vályog vagy vályog, szénsavas mésztartalma változó, termékenysége elsősorban ettől függően 45-75 (int.) talajminőségi kategória. Erdőként 25%, rétként 15%, szántóként pedig a maradék 60% hasznosítható.

1. ábra: Szász-féle agrometeorológiai körzet besorolás 28.2. térképe
(Forrás: saját szerkesztés)



3.2.2. A terület fontosabb meteorológiai adatai a következők:

Csapadék

2. táblázat: A csapadék eloszlása a tenyészidőszakban
(Forrás: Marosi Sándor, 1990)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
			13	23	19	21	16	17	18		
			17	19	21	18	18	16	14		
			16	22	18	15	19	14	24		

(A csapadékokat a tenyészidőszakban dekádönkénti bontásban tüntettem fel.)

Hőmérséklet

3. táblázat: A hőmérséklet eloszlása a tenyésztidőszakban

(Forrás: Marosi Sándor, 1990)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
			9,0	14,6	18,7	21,5	21,8	18,1	13,2		
			10,9	16,2	19,5	21,7	20,9	15,6	10,9		
			12,6	17,9	20,3	22,0	20,0	15,0	9,0		

(A tenyésztidőszak hőmérsékleti adatait dekádonkénti bontásban tüntettem fel.)

Relatív nedvesség%

4. táblázat: Relatív nedvesség eloszlása a tenyésztidőszakban

(Forrás: Marosi Sándor, 1990)

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
			68	69	67	64	65	72	78		
			68	69	67	64	65	72	78		
			68	69	67	64	65	72	78		

(A tenyésztidőszak relatív nedvesség% adatait dekádonkénti bontásban tüntettem fel.)

3.3. A kísérleti terület bemutatása

Kati Péter földtulajdonostól kapott adatok:

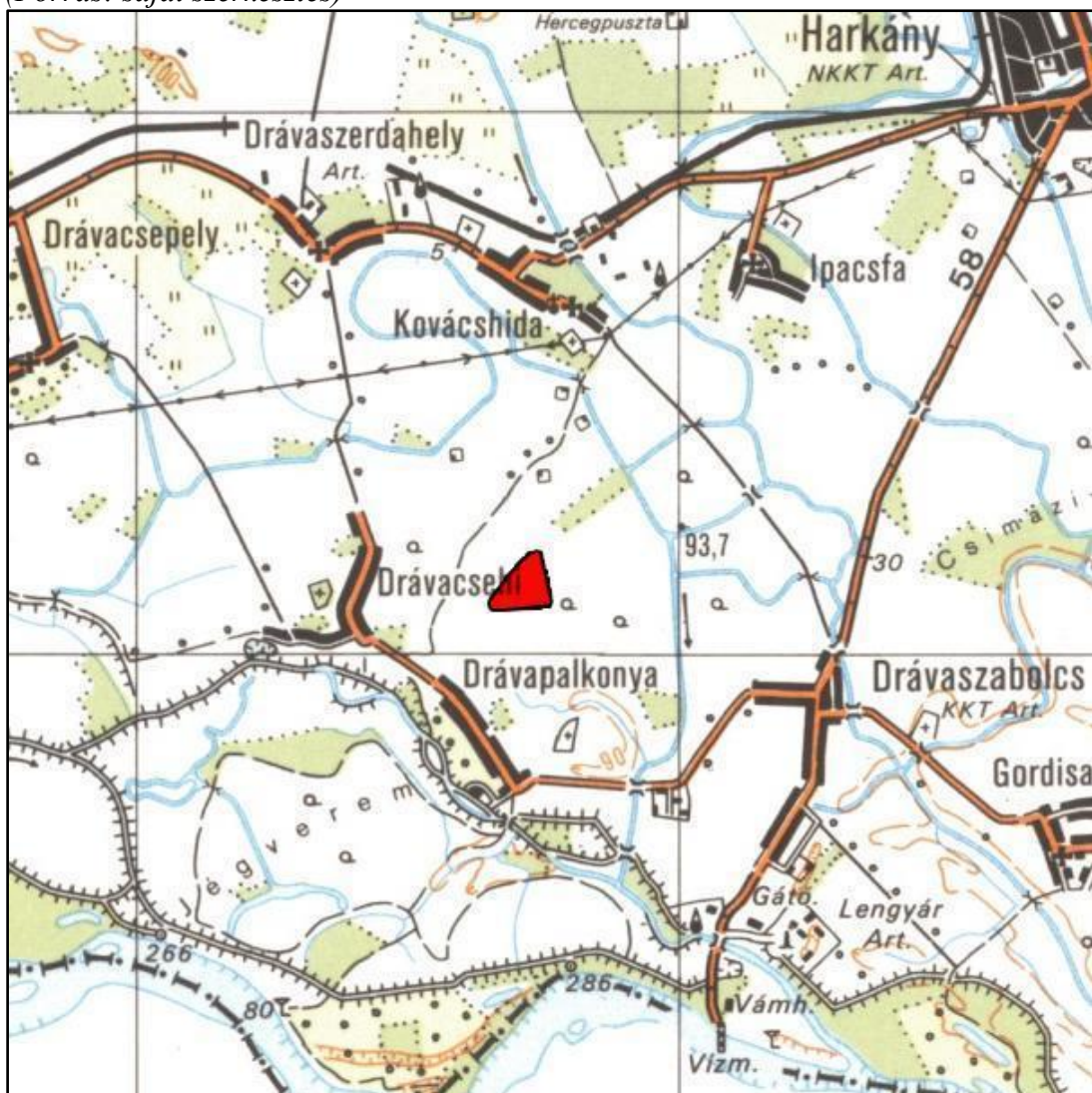
GPS koordináták: N45.814153° E18.184639°

A tábla összterülete: 14,60 ha

Helyrajzi szám: 013/15,34,36 Drávapalkonya

Blokkazonosító: CWC3FC21

2. ábra: A kísérleti terület topográfiai térkép átnézete (1:100.000)
(Forrás: saját szerkesztés)



3.ábra: A kísérleti tábla fizikai határai
(Forrás: saját szerkesztés)



4. ábra: A kísérleti táblán belül a kezelt és kontroll területek fizikai határai
(Forrás: Saját szerkesztés)



3.4. A kísérlet során végzett mérések

A kísérletben szereplő egyedeket különböző mérőeszközök segítségével monitoroztam, ezáltal jobb rálátásom volt az állomány fejlődésére. A Spad mérések elvégzésével, amelynek során a növény klorofill tartalmát mértem, hozzájárultak a termésbecslés megállapításához. A mérések Spad-Minolta 502 Plus típusú eszközzel végeztem el. Működési elve szerint 1 másodperc alatt detektálja a levélen áthaladt vörös (650 nm) és infravörös (940 nm) fénysugarak intenzitás arányából kalkulált, relatív klorofill tartalmat. Ezt nevezzük SPAD indexnek, amely 1-től 100-ig terjed.

A SPAD méréseket a szakirodalomban leírtak alapján a következő fenológiai fázisokban hajtottam végre, (12 levél; nővirágzás; fiziológiai érettség), a legfelső kifejlett levélen, az R1 fázisban a csővel szemben lévő levél felületén (COSTA, 2001).

A normalizált vegetációs index (NDVI) méréseket a tenyésztési időszak során szintén három alkalommal (12 levél, nővirágzás, fiziológiai érettség) handheld GreenSeeker típusú eszközzel hajtottam végre. A készülék a relatív klorofilltartalmat vegetációs index (NDVI) formájában határozza meg, amit a növényállományról visszaverődött vörös (660 nm) és infravörös (770 nm) fénysugarak intenzitása alapján kalkulál (NTech Industries Inc. 2007): $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$,

ahol NIR=az infravörös fény intenzitása és RED=a vörös fény intenzitása (ROUSE, 1973).

Az NDVI mérések során kapott eredmények erős kölcsönhatásban állnak a várható terméshozamok eredményeivel, ebből következik, hogy megfelelő predikciós mérőszám lehet mind a szántóföldi növénytermesztésben, mind a kukoricatermesztésben.

4. Eredmények és értékelésük (megvitatás)

5. táblázat: A kísérlet agrotechnikai bemutatása
(Forrás: Saját Szerkesztés)

Elővetemény	Szójabab
Betakarításának ideje	2021.10.17.
Termésátlaga	3,8 t/ha
Tarlómaradvány sorsa	szecskázva
Talajművelési mód	forgatás nélküli
Fajta/hibrid neve	DKC4792
Vetésidő	2021.04.25.
Tő, csíra, kg /ha	75.000
Sortáv	75 cm

Az agrotechnikai műveleteket tekintve jól látszik a 5. táblázatban, hogy a kísérlet beállítása szempontjából minden művelet optimális időben és módon lett elvégezve.

6. táblázat: Tápanyag utánpótlás
(Forrás: saját szerkesztés)

Tápanyag kijuttatás	Hatóanyag (kg/ha)		
	Nitrogén	Foszfor	Kálium
alaptrágya	24	63	63
starter	69	15	15
fejtrágya	67,5		

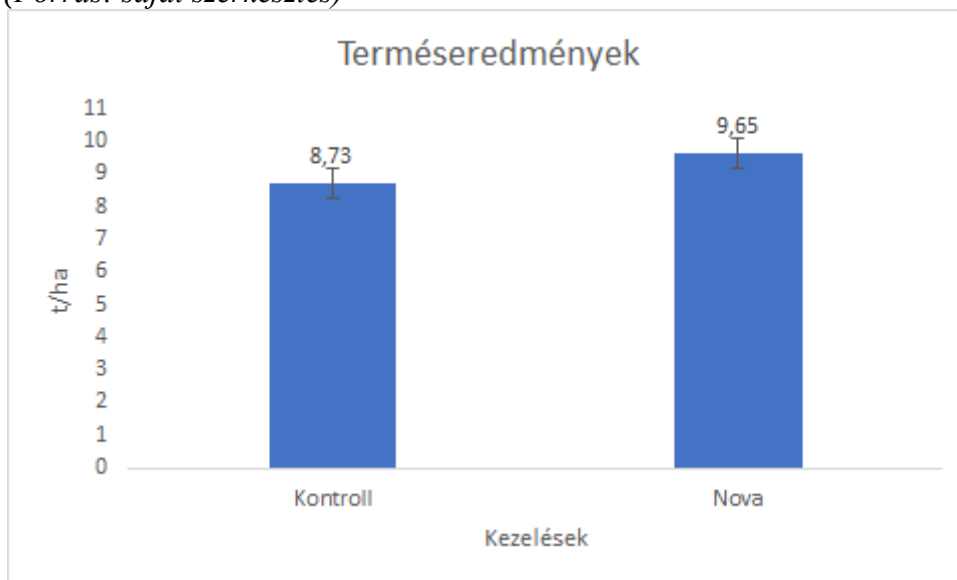
A tápanyagutánpótlás tekintetében elmondható, ahogy az a 6. táblázatban látható, hogy a kukorica állomány megfelelő mértékben el volt látva tápanyaggal annak érdekében, hogy érdemleges eredményeket közöljön a kísérlet beállítását illetően.

7. táblázat: A kísérlet betakarításakor mért eredmények
(Forrás: saját szerkesztés)

Terméseredmények		egalizált nedvesség értéke:	14				
Kezelés	terület(ha)	termés(kg)	betakarítási nedvesség %:	termés egalizált nedveséggel	t/ha	többlet (t)	többlet (%)
Kontroll	3,31	30380	18,2	28896,3	8,73	-	-
Nova	3,89	39220	17,7	37532,6	9,65	0,92	10,5

Az 7. táblázatban láthatjuk a Natur Nova mikrobiológiai talajoltó kísérlet hatásainak tényleges, mért értékei. A betakarítási szemnedvesség a kezelt, illetve a kontroll állomány tekintetében szárításra szorult. Ezzel szemben a kezelt kukoricaszemek szemnedvessége 0,5%-kal alacsonyabb értéket mutat. Ez az eredmény a gazdálkodás folytató termelő szempontjából pozitív hatást mutat. A kontroll parcellán learatott termés mennyisége 14%-ra visszaszámolva 8,73 t/ha volt. A kezelt parcellán 9.65 t/ha. A mért különbség 0,92 t/ha volt, amelyet a kezelés hatásának realizálhatunk. A 10%-os terméstöbblet kiemelkedő eredménynek számít, abban a tekintetben, hogy egyszeri talajkezelés végrehajtása mellett ekkora pozitív különbséget mértünk a betakarítás során.

5. ábra: A terméseredmények vizuális megjelenítése
(Forrás: saját szerkesztés)



A 5. ábrán láthatjuk a mért terméseredmények, amelyek szintén tükrözik a Natur Nova mikrobiológiai talajoltó pozitív hatását a terméseredmények tekintetében. Elmondható, hogy a kísérletben szereplő talajkezelés hatása a kísérleti területen már az első évben terméstöbblet reakciót mutatott. A teljesség igényéhez hozzátartozik az is, hogy az időjárási, illetve a kísérleti terület mikro-klimatikus viszonyai kedveztek a kukorica teljes fejlődési szakaszainak kezdve a keléstől egészen a fekete réteg megjelenésével bezárólag.

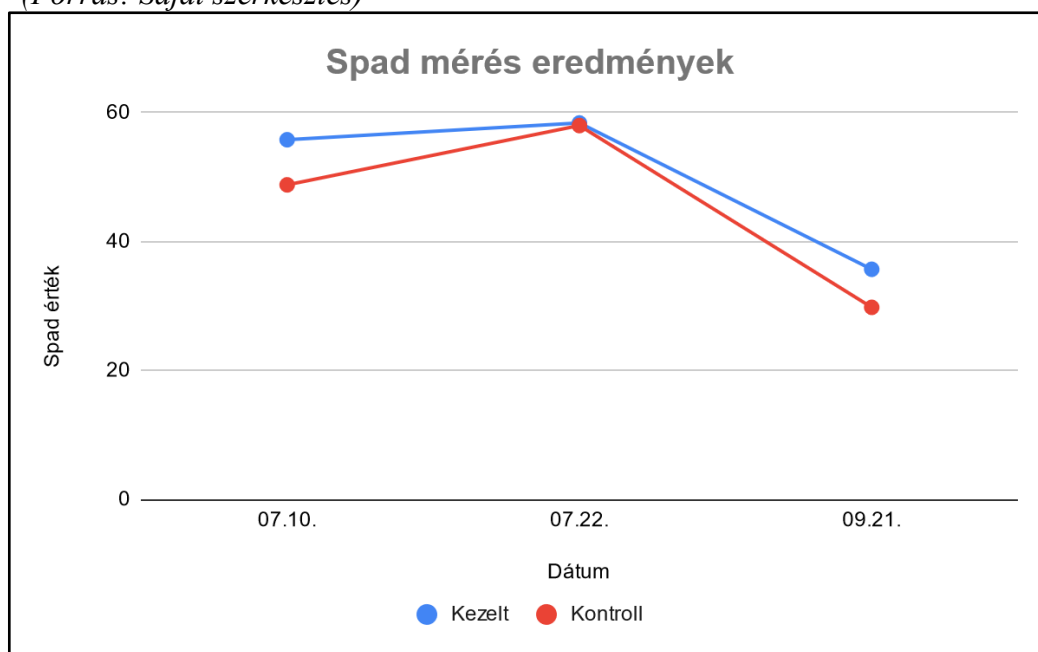
4.1. Spad eredmények

8. táblázat: Spad mérési eredmények
(Forrás: Saját szerkesztés)

	Kezelt	Kontroll
07.10. (12 levél)	55,8	48,8
07.22. (nővirágzás)	58,4	58
09.21. (fiziológiai érettség)	35,7	29,8

A kísérletben szereplő hibridek tenyészidőszakában mért Spad eredmények értékei az 8. táblázatban láthatóak. A kezelt, illetve a kontroll eredmények tekintetében megállapítható, hogy minden fenológiai fázisban mért eredmény magasabb értéket mutat a kezelt állományban.

6. ábra: Spad mérési eredmények
(Forrás: Saját szerkesztés)



A három különböző fenológiai fázisban mért Spad eredmények láthatóak az 6. ábrán. Jól megfigyelhető a beállított talajkezelés hatásai különösen a 12 leveles és a fiziológiai érettség idején mért eredmények tekintetében.

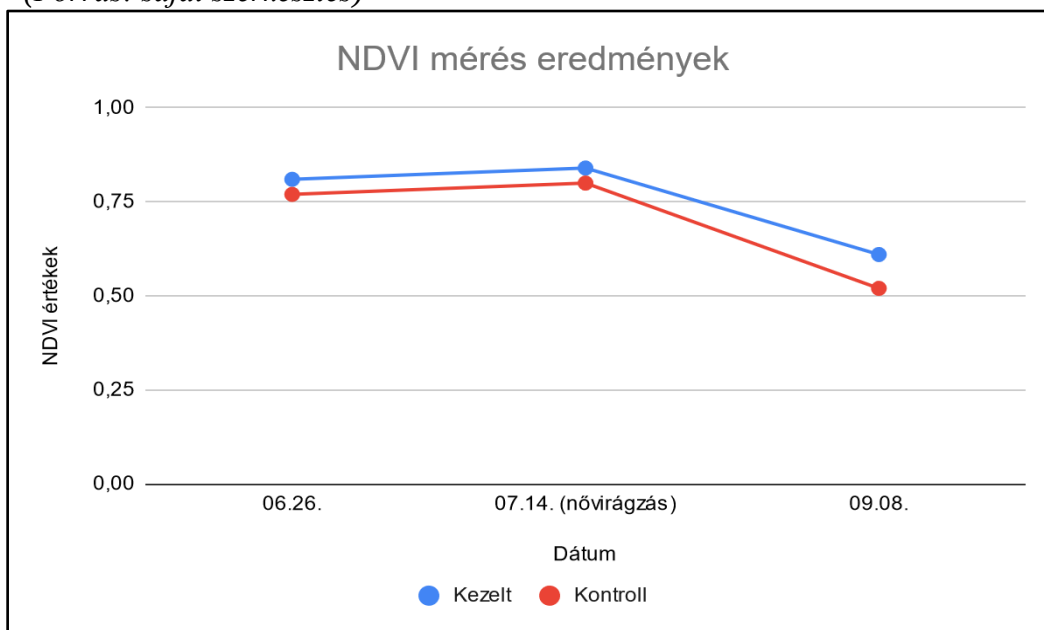
4.2. NDVI eredmények

9. táblázat: NDVI mérési eredmények
(Forrás: Saját szerkesztés)

	Kezelt	Kontroll
06.26. (12 levél)	0,81	0,77
07.14. (nővirágzás)	0,84	0,8
09.08. (fiziológiai érettség)	0,61	0,52

Az 9. táblázat foglalja keretbe a különböző érettségi állapotban mért NDVI adatokat. A mért eredmények minden esetben pozitív különbséget mutatnak a beállított kezelést illetően. Megfigyelhető tendencia állítható fel, miszerint a nővirágzás idejéig emelkedik az NDVI érték, ezt követően a kezelt és a kontroll mérési eredmények párhuzamosan csökkennek.

7. ábra: NDVI mérési eredmények
(Forrás: saját szerkesztés)



A 7. ábrán legmagasabb értéket (0,84) a kezelt állomány érte el nővirágzás idején. A legalacsonyabb mért eredményt a kontroll állomány mérési eredménye tükrözi (0,52).

8. ábra: A kísérlet talajelőkészítése
(Forrás: Saját készítés)



Talajelőkészítés a vetéshez. A Fendt 720 egy 8 méteres kombinátorral dolgozza be a Natur Jet által kifűjt Natur Novát. Mint látható a kijuttatás egy menetben történik, amivel gázolajat tud a gazda megspórolni, illetve egy menettel kevesebbet tapossa a talajt, így a biztosabb kelés várható majd a vetés után.

9. ábra: A kísérlet betakarítása
(Forrás: Saját készítés)



Az aratást a gazda egy John Deere W540-s kombájnnal végezte.

5. Következtetések és javaslatok

Az időjárási tényezők minden esetben meghatározzák a szántóföldi növénytermesztés eredményességét. Az általam beállított mikrobiológiai talajkezelés kísérlet szempontjából mindenképpen figyelembe kell venni. A klimatikus tényezők többségét nem áll módunkban befolyásolni természetéből eredően. Ebből következik, hogy a folyamatosan emelkedő tendenciát mutató átlag hőmérséklet emelkedés is ebbe a csoportba tartozik. Ezzel szemben a csapadék hiányt, illetve a csapadék eloszlását precíziós technológiák alkalmazásával, okszerű, döntésre alapozott öntözéssel csökkenthetjük, esetenként kiküszöbölhetők. A kukorica állomány érdekében is meghatározóan fontos sarokkő a kritikus fejlődési fázisokban a vízhiány mérséklése.

Napjainkban rendelkezésre álló agrotechnikai folyamatok, eszközök, anyagok helyes, okszerű megválasztása meghatározó szerepet tölt be a sikeres kukoricatermesztésben. Ki kell használni a mezőgazdaságban már szereplő és a jövőben felhasználható anyagok alkalmazásának lehetőségét. Olyan innovatív mikrobiológiai anyagok alkalmazását kell célul kitűzni, amelyek minden esetben hasznosan járulnak hozzá a sikeres kukoricatermesztéshez. Megállapíthatjuk a kísérletben mért és kapott adatok alapján, hogy az alkalmazott Natur Nova mikrobiológiai talajoltó készítmény alkalmazása mindenképpen javasolt az okszerű és profitábilis kukoricatermesztés érdekében. Tényként kell kezelni az ilyen típusú mikrobiológiai készítmények alkalmazását, amelyek napjaink mezőgazdasági támogatási rendszerében is helyet kaptak, ezen kívül minden egyes alkalmazásával hozzájárulnak a talaj élet újraindításához, a biodiverzitás spektrumának bővítéséhez.

Az általam beállított szántóföldi kísérlet mért eredményei alapján megállapítottam, hogy a helyes és okszerű technológiák alkalmazása mellett pozitív eredményt mutatott a kezelés hatására. A vizsgált, kezelt állományban terméstöbblet jelentkezett a kontroll állományhoz képest. Gazdasági szempontból megállapítható, hogy sikeres volt a kísérleti beállítás. Nettó jövedelem realizálódott a gazdálkodó szempontjából a kezelés hatását tekintve. Másrészt kiemelkedő fontossággal bír a tény, hogy a terméstöbblet nemhogy fedezte a felhasznált mikrobiológiai készítmény ára, a kijuttatás költsége, hanem ezen felül volt extra bevétel.

6. Összefoglalás

A kukorica a világ egyik legmeghatározóbb mezőgazdasági és ipari növénye, amelyet széles körben használnak. Fontos szerepet tölt be a humán táplálék, az állati takarmány és az ipari cikkek előállításában. Termésmennyisége és a vetés területe egyre csak nő és nő szerte az egész világon, mivel sokrétű a felhasználhatósága és remek az alkalmazkodó képessége. Magyarországon a kukorica a legnagyobb mennyiségben betakarított és az egyik legnagyobb vetésterülettel rendelkező gazdasági növény. Nem meglepő, hogy az elmúlt 10 évben a vetésterülete minden esetben meghaladta az 1 millió hektárt. A mai világunk talán egyik legnagyobb kihívása, hogy a folyamatos népességnövekedéssel párhuzamosan az élelmiszerellátás is biztosítva legyen az emberek számára. A Föld lakossága 1970-ben 2,7 milliárd volt, 2023-ra megközelítette a 8,1 milliárdot, 2050-re várhatóan a világ népessége elérheti a 9,7 milliárdot. A növénytermesztésnek ezen belül a kukoricatermesztésnek feladata, hogy a rendelkezésünkre álló kukorica hibridekkel, technológiai tudással fenntartható, innovatív megoldásokkal segítsen elegendő élelmiszerral megtölteni a boltok polcait.

A hatékony mezőgazdasági termelés egyik alapvetése a szántóföldi növényeink kielégítő tápanyagellátása. A kukorica az egyik legigényesebb szántóföldi növénykultúra tápanyag-utánpótlás szempontjából. E gazdasági növényünk meghálálja, ha kellően megadunk neki mindent és odafigyelünk a tenyésztés teljes ideje alatt. Hazánk klimatikus adottságai lehetővé teszik, hogy nagy termésátlaggal, jó minőségben, biztonságosan termeszthessük. Ehhez viszont nem elegendő a csúcs hibridek genetikai potenciálja, vagy a megfelelő agrotechnika helyes megválasztása, a rendszer nélkülözhetetlen részének kell lennie a szakszerű tápanyag-utánpótlásnak is.

Napjaink mezőgazdasági szakemberének fel kell tennie azt a kérdést, vajon elegendő-e a talaj hozzáférhető tápanyagkészletének gyarapítása, megfelelő tápanyag-utánpótlás biztosításához, gazdasági növényeink igényeinek kielégítéséhez? Dolgozatom célja az volt, hogy tisztább képet kaphassunk a kukorica talajoltó készítmények létjogosultságáról. Mindenképpen elgondolkodtató a kapott eredmények tükrében a mikrobiális talajoltók jövőbeli létjogosultsága. A szélsőséges időjárási viszonyok napjainkban és a jövőben egyaránt kihívásokkal teli mezőgazdasági szezonokat vetítenek a gazdálkodók elé. Fontos megemlíteni, hogy az ilyen és ehhez hasonló innovatív mikrobiológiai készítmények alkalmazása nagy mértékben hozzájárulnak a sikeres szántóföldi növénytermesztéshez. Kiemelt szerepet kell

szánni a termőtalaj megóvása érdekében. Törekedni kell a mezőgazdasági termelés során az edafon biodiverzitásának fenntartására.

A kísérlet helyszíne Dél-Baranya vármegyében egy kis falú Drávaszabolcs volt, azon belül Kati Péter gazdálkodó biztosította a kísérlethez szükséges szántóföldi területet. A vizsgálatok során különböző méréseket végeztem (Spad, NDVI).

A precíziós kukoricatermesztés akkor tekinthető innovatívnak, ha az általunk elvégzett termesztéstechnológiák megfelelnek napjaink és a jövő kihívásainak. (Kith, 2022)

7. Irodalomjegyzék

1. HESZKY L. (2015): A növénytermesztés és a növénynevelés kihívásai a XXI. század elején. Agrofórum. 20. 3: 7–12.
2. KSH https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0012.html
3. FUTÓ Z. – BENCZE G. (2017): Új Lehetőségek a kukorica (Zea mays L.) öntözésében. Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok, 12: (3) 67-79. pp.
4. DAVIS K. F. - RULLI M. C. - SEYESO A. - D'ODORICO P. (2017): Increased food production and reduced water use through optimized crop distribution. Nat. Geosci. 10: 919–924.
5. MICHIEL D. - MORLEY T. - RAU M. L. - SAGHAI Y. (2021): A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. Nat. Food, 2: 494–501.
6. VÁNYINÉ SZÉLES A. – MEGYES A. – NAGY J. (2012): Irrigation and nitrogen effects on the leaf chlorophyll content and grain yield of maize in different crop years. Agricultural Water Management. 107: 133-144 pp.
7. NAGY J. 2007: KUKORICATERMESZTÉS. Akadémia Kiadó, Budapest 34.p.
8. GEISLER G. 1980: Pflanzenbau. Berlin – Hamburg, Verlag Paul Parey,
9. LAZÁNYI E. (1955): A kukorica és nevelése. Budapest, Mezőgazdasági és Erdészeti Állami Könyvkiadó.
10. NAGY J. 2021: KUKORICA A nemzet aranya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó, Budapest 14.p.
11. RITCHIE S. W, – HANWAY J. J. – BENSON G. O. (1997): How a Corn Plant Develops Spec Rep. No.48. Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service. Ames.
12. TOOLE R. H. (1924): The transformations and course of development of germinating maize. American Journal of Botany, 11: 325-350. pp.
13. KISS E. (2014): A kukorica fejlődési fázisai - környezeti, agrotechnikai igények, és a beavatkozások lehetőségei. Agronapló, 2: 29-32.
14. NLEYA T. – CHUNGU C. – KLEINJAN J. (2016): Chapter 5: Corn Growth and Development. iGrow Corn: Best Management Practices, South Dakota State University

15. BERÉNYI D. (1945): A kukorica termelése és összefüggése az időjárással. Tiszántúli Mezőgazdasági Kamara, Debrecen, 212. p.
16. SURÁNYI J. (1957): A kukorica és termesztése. Akadémia Kiadó, Budapest.
17. JÓZSA L. (1981): Kukoricatermesztés szilázsnak. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
18. NEILD R. E. – NEWMAN J. E. (1987): Growing season characteristics and requirements in the Corn Belt. AMES, AI, USA, Cooperative Extension Service, Iowa State University.
19. ZAIDI P. H. – SINGH N. N. (2005): Maize in Tropics Phenology and Physiology. Directorate of Maize Research (ICAR), New Delhi, India.
20. LÁNG G. (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
21. MENYHÁRT Z. (1985): A kukoricatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 559. p.
22. NAGY J. - ZELENÁK A. - ILLÉS Á. – BOJTOR CS. - GOMBOS B. - SZABÓ A. - NYÉKI A. – SZÉLES A. (2023): Elterő FAO-számú kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termékparamétereinek elemzése öntözött állományban. Debreceni Egyetem.
23. HUZSVAI L. 2005: Az időjárás hatása a kukorica termésére és a műtrágyázás hatékonyságára. pp. 115-126. In: Kukorica hibridek adaptációs képessége és termésbiztonsága (Szerk. NAGY J.) Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum. Debrecen. 268. p.
24. BOCZ E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
25. SZALÓKI S. (1989): A növények vízigénye, vízhasznosítása és öntözővíz szükséglete.
26. SHAW R. H. (1976): Water use and requirements of maize. In: Proc. SYMP. On the Agrometeorology of Maize (Corn) Crop. Iowa, USA. 15-26. pp.
27. GAJDOS É. – VÉGH A. – VÁNYINÉ SZÉLES A. – VÍG R. (2013): Vetésidő és az évjárat hatása a kukorica termésére és a betakarításkori szemnedvességére. [In: MARTON L. CS. - SPITÓK T. (szerk.) 60 éves a magyar hibridkukorica]. A Magyar Tudomány Ünnepe Hibridkukorica konferencia. Martonvásár.
28. CLAASSEN M. M. – SHAW R. H. (1970): Water deficit effects on corn. II. Grain Components. Agronomy Journal, Madison. 62: 652-655.

29. LORENS G. F. – Bennett, J. M. – Loggale, L. B. (1987): Differences in drought resistance between two corn hybrids. *Agronomy Journal*. 61: 17–20. pp.
30. PEPÓ P. – SÁRVÁRI M. (2011): Gabonanövények termesztése. Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése. TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt.
31. ANTAL J. (2005): Növénytermesztéstan I. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
32. NOLAN C. - OVERPECK J. T. - ALLEN J. R. M. - ANDERSON P. M. - BETANCOURT J. L. - BINNEY H. A. - BREWER S. - BUSH M. B. - CHASE B. M. – CHEDDADI R. - DJAMALI M. - DODSON J. - EDWARDS M. E. - GOSLING W. D. - HABERLE S. - HOTCHKISS S. C. - HUNTLEY B. - IVORY S. J. - KERSHAW A. P. - KIM S. H. - LATORRE C. - LEYDET M. - L'EZINE A. M. - LIU K. B. - LIU Y. - LOZHKIN A. V. - MCGLONE M. S. - MARCHANT R. A. - MOMOHARA A. - MORENO P. I. - MÜLLER S. - OTTO-BLEISNER B. L. - SHEN C. - STEVENSON J. - TAKAHARA H. - TARASOV P. E. - TIPTON J. - VINCENS A. - WENG C. - XU Q. - ZHENG Z. - JACKSON S. T. (2018): Past and future global transformation of terrestrial ecosystems under climate change. *Science* 361: 920–923.
33. RÁCZ, L. (1999): Climate History of Hungary Since 16th Century: Past, Present and Future. Discussion paper. Center for Regional Studies of the Hungarian Academy of Sciences. Pécs.
34. BIACS P. - KOCSONDI CS.-NÉ - DOBOS GY. (2004): A magyar mező- és erdőgazdaság feladatai a klímaváltozás tükrében. *AGRO-21 Füzetek*. 33. 70–83. pp.
35. DOMONKOS P. (2004): Éghajlat előrejelzés a 2005–2025 időszakra. *AGRO-21 Füzetek*. 33. 18–35. pp.
36. MÁRTON L. (2005): A műtrágyázás és a csapadék változékonyságának hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére. *Agrokémia és talajtan*, 54: (3-4) 309-324. pp.
37. JAN R. - MIKE H. - THOMAS E. D. (1994): Climate change implications for Europe. *Global Environmental Change*. 4. 97–124. pp.
38. GEOFFREY L. 1995. Down to Earth. UNCCD. Bonn.
39. DORLAND VAN ROB (2000): Climate change and greenhouse effect. *Change*. 50. 16–18. pp.

40. PATRICK, J. M., 2002. Global Warming. Cato Institute. Washington.
41. JACQUES, D., 1997. FAO's Emergency Activities. FAO. Rome.
42. LOBELL D. B. - ROBERTS M. J. - SCHLENKER W. - BRAUN N. - LITTLE B. B. REJESUS R. M. - HAMMER G. L. (2014) : Greater sensitivity to drought accompanies maize yield increase in the U.S. Midwest. *Science*, 344: 516–519.
43. RAY D. K. - WEST P. C. - CLARK M. - GERBER J. S. - PRISHCHEPOV A.V. - CHATTERJEE S. (2019): Climate change has likely already affected global food production. *PLoS ONE*, 14: e0217148.
44. LEE E. A. - DEEN W. - HOOYER M. E. - CHAMBERS A. - PARKIN G. - GORDON R. - SINGH A. K. (2016): Involvement of year-to-year variation in thermal time, solar radiation and soil available moisture in genotype-by-environment effects in maize. *Crop Sci.*, 56: 2180–2192.
45. BAUM M. E. - ARCHONTOULIS S. V. - LICHT M. A. (2019): Planting date, hybrid maturity, and weather effects on maize yield and crop stage. *Agron. J.*, 111: 303–313.
46. PINKE Z. - DECSI B. – KARDOS M.K. – KERN Z. - KOZMA Z. – PÁSZTOR L. - ÁCS T. (2022): Changing patterns of soil water content and relationship with national wheat and maize production in Europe. *European Journal of Agronomy*, 140: 126579.
47. SÁRVÁRI M. (2006): A vetésváltás és a tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. In: A racionális vetésforgók meghatározása a fenntartható növénytermesztésben. Szlovák-magyar projekt kiadvány. 2006. október. Szerk.: PEPÓ P. - VLADIMIR P. Cd kiadvány. 25-45. pp.
48. GIBSON A. H. – DREYFUS B. L. – DOMMERGUES Y. R. (1982): Nitrogen fixation by legumes in the tropics. *Microbiology of Tropical Soils and Plant Productivity*, 37-73.
49. TISSUE D. T. – MEGONIGAL J. P. – THOMAS R. B. (1996): Nitrogenase activity and N₂ fixation are stimulated by elevated CO₂ in a tropical N₂-fixing tree. *Oecologia*, 109: 28-33 pp.
50. SÁRVÁRI M. (2006): A vetésváltás és a tőszám hatása a kukoricahibridek termésére. In: A racionális vetésforgók meghatározása a fenntartható növénytermesztésben. Szlovák-magyar projekt kiadvány. 2006. október. Szerk.: PEPÓ P. - VLADIMIR P. Cd kiadvány. 25-45. pp.

51. HIDVÉGI SZ. (2007): Növénytermesztés. DE AMTC AVK.
<http://odin.agr.unideb.hu/hefop/>
52. JOLÁNKAI M. – MENYHÉRT Z. – SZÉLL E. (1999): Fajtaérték a növénytermesztésben. [In: RUZSÁNYI L. – PEPÓ P. (szerk.) Növénytermesztés és környezetvédelem] MTA Agrártudományok osztálya, Budapest, 30-36. p.
53. ERDEI F. (1955): A kukoricatermelés néhány kérdéséről. Közgazdasági szemle.
54. NYÉKI A. – KEREPESI C. – DARÓCZY B. – BENCZÚR A. – MILICS G. – NAGY J. – HARSÁNYI E. – KOVÁCS A. J. – NEMÉNYI M. (2021): Application of spatio-temporal data in sitespecific maize yield prediction with machine learning methods. Precision Agriculture. 22: (5) 1397–1415. pp.
55. ZELENÁK A. – KITH K. – BALAOUT I. – NYÉKI A. (2022): Lombtrágyakezelés hatása Ivola (FAO 350) és Mv Marfi (FAO 480) kukorica (*Zea mays* L.) hibrid termesztési eredményeire. Növénytermelés. 71: (2) 121–140. pp.
56. BOCZ (1981): A növénytermesztés ösztönző támogatása. Magyar Mezőgazdaság, 36. évf. 27. 9. p.
57. BERZSENYI Z. – ÁRENDÁS T. – BÓNIS P. – MICSKEI G. –SUGÁR E. (2011): Long-term effect of crop production factors on the yield and yield stability of maize in different years. Acta Agronomica Hungarica. 59. (3) 191–200. pp.
58. NÉMETH J. - SZÉLL S. (1985): Kukoricatermesztés fejlesztés MÉM Mérnök Vezető-továbbképző Intézet Kiadványa, Budapest, 5-22. pp.
59. PEPÓ P. (1998): Wheat and maize improvement for sustainable agriculture. Sustainable agriculture for Food, Energy and Industry. Strategies Toward Achievement. James & James (Science Publishers). Ltd. 35-37. London NWI 3ER, UK, 665-667. pp.
60. MAYER A. (1874): Citiert ohne Quellenangabe von. Landw. Versuchsstat. 17, 329 Anmerk.
61. KÁDÁR I. (2008): Acta agronomica Óváriensis - Vol. 50. No. 1. 19. p.
62. BRANKOV M. -SIMIC M. - DOLIJANOVIC Z. - RAJKOVIC M. - MANDIC V. - DRAGICEVIC V. (2020): The response of maize lines to foliar fertilizing. Agriculture. 10: (9) 365. p.

63. FERNÁNDEZ V. - BROWN P. H. (2013): From plant surface to plant metabolism: the uncertain fate of foliar-applied nutrients. *Front Plant Sci* 4: 289. p.
64. KITH K. - NAGY J. (2022): Levéltrágyázás hatása a kukorica termés növekedésére 2019-2020-2021. *Növénytermelés*. 71: (3) 3. p.
65. VÍG R. - DOBOS A. - MOLNÁR K. - NAGY J. (2010): Természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonysága szabadföldi kísérletekben: I. Kukorica (*Zea mays* L.). *Növénytermelés*. 59. 4: 89-105. pp.
66. ILLÉS Á. – BOJTOR CS. – ÖRDÖG V. – NAGY J. (2020): Nostoc piscinale biostimulátor levéltrágya kezelés hatása a kukorica prolintartalmára, relatív víztartalom (RWC) értékére, termésmennyiségére és annak fehérjetartalmára. *Növénytermelés*. 69: (1) 5-20. pp.
67. ARIOLI T. – MATTNER S. W. – WINBERG P. C. (2015): Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. *Journal of Applied Phycology*. 27. 5: 2007–2015. pp.
68. PRIYADARSHANI I. – RATH B. (2012): Commercial and industrial applications of microalgae – A review. *J Algal Biomass Utln*. 3. 4: 89–100. pp.
69. ACIÉN F. G. – GÓMEZ-SERRANO C. – MORALES-AMARAL M. D. M. – FERNÁNDEZ-SEVILLA J. M. – MOLINA-GRIMA E. (2016): Wastewater treatment using microalgae: how realistic contribution might it be to significant urban wastewater treatment? *Applied Microbiology and Biotechnology*. 100. 21: 9013–9022. pp.
70. CROUCH I. J. – VAN STADEN J. (1993): Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant growth regulation*. 13. 1: 21–29. pp.
71. BLUNDEN G. – JENKINS T. – LIU Y. W. (1996): Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*. 8: (6) 535–543. pp.
72. BULGARI R. – COCETTA G. – TRIVELLINI A. – VERNIERI P. – FERRANTE A. (2015): Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture Horticulture*. 31. 1: 1–17. pp.
73. ABD EL-BAKY H. H. – EL-BAZ F. K. – EL BAROTY G. S. (2010) Enhancing antioxidant availability in wheat grains from plants grown under seawater stress

- in response to microalgae extract treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90. 2: 299–303. pp.
74. SHAABAN M. M. (2001): Green microalgae water extract as foliar feeding to wheat plants. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 4: (6) 628–632. pp.
 75. GARCIA-GONZALEZ J. – SOMMERFELD M. (2016): Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. *Journal of Applied Phycology*. 28: (2) 1051–1061. pp.
 76. WU S. C. – CAO Z. H. – LI Z. G. – CHEUNG K. C. – WONG M. H. (2005): Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125: (1–2) 155–166.
 77. Kincses, I.–Nagy, P. T.–Sipos, M.: 2009. Effect of bacteria fertilizers on plant extracted Zn and Cu content of ryegrass (*Lolium perenne*) at different types of soil. [In: Szilágyi M.–Szentmihályi K. (eds.) *Trace elements in the food chain*. Vol. 3. Deficiency or excess of trace elements in the environment as a risk of health.] Hungarian Academy of Sciences, Chemical Research Center. Budapest. 357–361.
 78. Gould, W. D.: 1990. Biological control of plant root diseases by bacteria. [In: Nakas, J. P.–Hagedorn C. (eds.) *Biotechnology of Plant-Microbe Interactions*.]. McGraw-Hill, New York, 287–372.
 79. PÉTERFI I. 1977: *Az algák biológiája és gyakorlati jelentősége*. Ceres Könyvkiadó, Bukarest
 80. STIRK W. A. – ÖRDÖG V. – NOVÁK O. – ROLCÍK J. – STRAND M. – BÁLINT P. – VAN STADEN J. (2013): Auxin and cytokinin relationships in 24 microalgal strains. *Journal of Phycology*. 49: (3) 459–467. pp.
 81. RENUKA N. – GULDHE A. – PRASANNA R. – SINGH P. – BUX F. (2018): Microalgae as multifunctional options in modern agriculture: current trends, prospects and challenges. *Biotechnology Advances*. 36: (4) 1255–1273. pp.
 82. CHIAIESE P. – CORRADO G. – COLLA G. – KYRIACOU M. C. – ROUPHAEL Y. (2018): Renewable sources of plant biostimulation: microalgae as a sustainable means to improve crop performance. *Frontiers in Plant Science*. 9.
 83. RODINPUIA C. - SINGH V. - DHANANJAY T. (2019): Response of maize (*Zea mays* L.) to foliar application of zinc and planting geometry. *J. Pharmacogn. Phytochem*. 8, 707–709. pp.

84. KITH K. – ZELENÁK A. – NAGY J. (2022): Levéltrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) termésére eltérő évjáratokban (2019–2020–2021). Növénytermelés. 71: (3–4) 97–104. pp.
85. Dr. Marosi Sándor, Dr. Somogyi Sándor: Magyarország Kistájainak Katasztere – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 1990.
86. Carlos Costa , Lianne M. Dwyer , Pierre Dutilleul , Doug W. Stewart , Bao Luo Ma & Donald L. Smith (2001) INTER-RELATIONSHIPS OF APPLIED NITROGEN, SPAD, AND YIELD OF LEAFY AND NON-LEAFY MAIZE GENOTYPES, Journal of Plant Nutrition, 24:8, 1173-1194, DOI: 10.1081/PLN-100106974
87. Rouse, J. W., Jr., Haas, R. H., Deering, D. W., Schell, J.A., 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation:Progress Report RSC 1978-2.
88. Rouse, J. W., Jr., Haas, R. H., Deering, D. W., Schell, J.A., 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation:Progress Report RSC 1978-2.
89. Galinat, 1979 Walton C. Galiani. (1979): Evolution of Corn. Advances in Agronomy Volume 47, 1992, Pages 203-231
90. VESSEY, 2003 Vessey, J.K. (2003) Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. Plant and Soil, 255, 571-586.

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. táblázat: A kukorica növekedési, és fejlődési fázisai	9
2. táblázat: A csapadék eloszlása a tenyészidőszakban	23
3. táblázat: A hőmérséklet eloszlása a tenyészidőszakban	24
4. táblázat: Relatív nedvesség eloszlása a tenyészidőszakban	24
5. táblázat: A kísérlet agrotechnikai bemutatása	28
6. táblázat: Tápanyag utánpótlás	28
7. táblázat: A kísérlet betakarításakor mért eredmények	29
8. táblázat: Spad mérési eredmények	30
9. táblázat: NDVI mérési eredmények	32

1. ábra: Szász-féle agrometeorológiai körzet besorolás 28.2. térképe	22
2. ábra: A kísérleti terület topográfiai térkép átnézete (1:100.000)	25
3. ábra: A kísérleti tábla fizikai határai	26
4. ábra: A kísérleti táblán a kezelt és kontroll területek fizikai határai	26
5. ábra: A terméseredmények vizuális megjelenítése	30
6. ábra: Spad mérési eredmények	31
7. ábra: NDVI mérési eredmények	32
8. ábra: A kísérlet talajelőkészítése	33
9. ábra: A kísérlet betakarítása	33

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, konzulensemnek Dr. Tóth Zoltánnak, a sok segítségért és hogy ilyen sok időt fordított rám és a dolgozatomra.

Ezen felül köszönettel tartozom minden egyes embernek, aki valamilyen formában hozzájárult a szakdolgozatom elkészüléséhez.

Hallgatói nyilatkozat

Alulírott Rózsa Bence, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Mezőgazdasági mérnöki szak nappali 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 Szakdolgozatom 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 november hó 6 nap



Hallgató

Konzulensi Nyilatkozat

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

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:

igen

nem

Kelt: 2023 év november hó 6 nap



Belső konzulens