



SZAKDOLGOZAT

MRENA DÁVID

**Biológiai talajerő-gazdálkodási
szakmérnök szak**

Budapest

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Környezettudományi Intézet

Budapest

Biológiai talajerő-gazdálkodási szakmérnök szak

**A Rhizobium nitrogénmegkötő képessége, különböző hőmérsékleti és
vízellátási viszonyok között**

Tanszéki konzulens: Dr. Juhos Katalin

Készítette: Mrena Dávid

MYC2YP

levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Környezettudományi Intézet

Agrárkörnyezettani Tanszék

Budapest

2023

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés és célkitűzések	4
1.1. A szakdolgozat célkitűzései:	4
II Szakirodalmi Áttekintő	6
2.1. A csemegekukorica ökológiai igényei és tápanyagigénye, valamint termesztésének jelentősége	6
2.2. A bokorbab ökológiai igényei és tápanyagigénye, valamint termesztésének jelentősége	7
2.3. A nitrogén jelentősége a növénytermesztésben és a termőföld nitrogénforgalma	9
2.4. A nitrogénmegkötő baktériumok csoportosítása, a nitrogénkötés lehetőségei	12
2.5. A szár- és gyökérmaradványok tápanyagszolgáltató képessége	13
III. Anyag és Módszer	16
3.1. A kísérlet helyszíne és beállítása	16
3.2. Talaj és Léghőmérséklet mérése	17
3.3. Talaj nedvességtartalmának mérése	18
3.4. Vegetatív jellemzők mérése	19
3.5. Terméshozam	20
3.6. A talaj felvehető nitrogén-tartalmának mérése	20
3.6.1. <i>Ammonium-ion mérése</i>	21
3.6.2. <i>Nitrát-ion mérése</i>	22
3.7. Levélanalízis	23
IV. Eredmények és megvitatásuk	25
4.1. Talaj és léghőmérséklet alakulása	25
4.2 Talajnedvesség alakulása	27
4.3. Vegetatív jellemzők alakulása	28
4.4. Terméshozamok alakulása	30
4.5. Talaj felvehető nitrogéntartalmának alakulása	31
4.6. Levélanalízis eredményei	33
V. Következtetések és javaslatok	34
VI. Összefoglalás	36
Irodalomjegyzék	37

I. Bevezetés és célkitűzések

1.1. A szakdolgozat célkitűzései:

Napjainkban egyre nagyobb problémát okoz a termőtalajaink folyamatos pusztulása. A híradó.hu, egy 2023.08.10.-én megjelent cikkében szakemberek arról számolnak be, hogy a talajainkban a talaj élet a 40 évvel ezelőtti mérésekhez képest 40%-kal csökkent, melynek oka a nem megfelelő talajművelés, a túlzott műtrágya használat és a talajaink takarás nélkül hagyása. Ennek következtében a szél, valamint víz erózió által folyamatosan csökkenti termőtalajaink termőrétegének vastagságát ezáltal termőképességét is.

A következő években véleményem szerint a földműveléssel foglalkozóknak megoldást kell találni arra, hogy az eddig beváltak hitt művelési rendszert hogyan formáljuk át úgy, hogy csökkentsük a talajművelést, és ezáltal őrizzük meg a talajaink nedvességtartalmát, valamint hogyan csökkentsük a műtrágyahasználatot, hogy megóvjuk környezetünket oly módon, hogy a hozamaink nem csökkennek. Valamint a legfontosabb, hogy a talajélet újra nagymértékben jelen legyen a termőföldjeinken.

Manapság sok kísérlet zajlik azzal kapcsolatban, hogy termőtalajaink tápanyag szolgáltató képességét és a talajéletet, hogyan őrizzük meg, vagy esetlegesen javítsuk alternatív megoldásokkal a műtrágyázás és más környezet szennyező hatások csökkentése érdekében. Nagyon jó célt szolgálnak erre a pillangós virágú növények, amelyek szimbiózisban élnek a rhizobium baktériummal. A rhizobium nitrogén megkötő képessége már évtizedek óta ismert és jellemző rá, hogy képes a légköri nitrogén megkötésére, ezáltal gazdagítja a talaj nitrogén tartalmát.

A több éves növénytermesztői tapasztalatom során már az első években tapasztaltam, hogy a monokultúrás termesztés hogyan csökkenti az éves terméshozamot paprikaültetvényben az egyoldalú tápanyagfelvétel miatt. Emiatt arra a következtetésre jutottam, hogy vetésforgóban fogok dolgozni méghozzá úgy, hogy fokozzam ezzel a talajaim termőképességét és tápanyagtartalmát, valamint növeljem a talajlakó hasznos mikroorganizmusok számát az általam művelt területeken.

Ezért döntöttem úgy hogy elvégzek egy kísérletet azzal kapcsolatban, hogy a rhizobium baktérium esetében, hogyan lehet elérni a lehető legmagasabb nitrogénmegkötést egy tenyészidő alatt. A kísérletben a legfontosabbnak az optimális hőmérsékletet és vízellátást tartottam vizsgálni, mivel ezeket a tényezőket áll módunkban a legnagyobb mértékben

befolyásolni. Ennek következtében két fóliasátorban állítottam be a kísérletem, melyek közül az egyikre árnyékoló raschel hálót húztam, ami miatt a talaj- és léghőmérsékleten felül a talajok víztartalma és a növények vízfelvételi dinamikája is különböző volt.

Köztudott, hogy a babot érdemes csemegekukoricával társítva vetni, mivel a kukorica szára jó támrendszerként szolgál a bab számára. Kísérletemben egy ilyen növénytársítás mellett vizsgáltam a bab gyökerén élő rhizobium nitrogén megkötő képességét, valamint figyelmet fordítottam arra is, hogy a különböző hő- és vízellátás mellett mekkora lesz a biomasszája az említett növényeknek, majd ezt frissen ledarálva a talajba visszajuttatva mennyi tápanyaggal gazdagította ezeket a talajokat.

A kísérlet során választ akartam kapni arra a kérdésre, hogyha a csemegekukorica mellé társnövénynek babot vetünk az milyen hatással lesz a csemegekukorica fejlődésére és terméshozamára, valamint legfőképp kíváncsi voltam arra, hogy a bab, mint nitrogénmegkötő pillangós és a kukorica visszaforgatott szármagadványa mennyi tápanyagot hagy maga után a talajban a következő növény számára. Céлом volt, hogy a mért adatokból eldönthessem, hogy a két természetstechnológia tekintetében melyiket lesz célszerű alkalmazni a továbbiakban.

II Szakirodalmi Áttekintő

2.1. A csemegekukorica ökológiai igényei és tápanyagigénye, valamint termesztésének jelentősége

Magyarországon a kukorica a szántóföldi növények közül a legnagyobb területet foglalja el. Szerepe a mezőgazdaságban meghatározó. Termőterülete elterjedésétől szinte állandóan nőtt és az 1930-as-40-es években már a szántóterület 20%-án termesztünk kukoricát. A kukorica termőterületének nagyságával párhuzamosan nőtt a termésátlag és a második világháború után a termés országos átlagban 2,2 t/ha-ról az 1980-as évek elején meghaladta a 6 t/ha-os átlagot. (Nagy, 2007)

A kukorica fajok közül a csemegekukoricát feldolgozása és felhasználása miatt a zöldségnövények közé sorolják, azonban termesztése a szántóföldi növények közé illeszkedik be, mely adódik jelentős vetésterületéből. Európában a vetésterületet tekintve hazánk az élmezőnyben helyezkedik el, mintegy 25.000 ha körüli területen folyik termesztése. Csemegekukorica exportunk konzervben meghaladta a 60.000 tonnát, mélyhűtött csemegekukorica exportunk is elérte a 30.000 tonnát. A növény gazdasági értékét növeli, hogy rövid tenyészideje miatt másodvetésben is termesztethető. ([http1](#))

A kukorica hőigényes növény. A magvak csírázásához legalább 8-10 °C szükséges. Fejlődése 22-25 °C-on a legkedvezőbb. 40°C felett a fejlődés rendellenessé válik. A jövedelmező kukoricatermesztés egyik alapfeltétele, hogy a júliusi hőmérsékleti átlag 21 °C fölött legyen, és éjszaka ne szálljon 14-15 °C alá. (Somos, 1983)

Sok vizet fogyaszt, de ez nem fejeződik ki a transzspirációs hányadosban. Transzspirációs együtthatója 270 l/kg. Nagy mennyiségű szerves anyag, jelentős szemtermés, szár- és levélmennyiség előállítására képes. Ebben a vonatkozásban a kukorica jobban hasznosítja a felvett vizet, mint a gabonafélék bármelyike. Nagy vízigényét Magyarországon a természetes csapadék általában nem elégíti ki. Kiegészítésként 500-600 mm csapadéknak megfelelő öntözővizet kell kijuttatni. Vízfelhasználásának kritikus időszaka a címerhányást megelőző egy hónappal kezdődik és a virágzás befejezéséig tart. Ez a magyarázata annak, hogy hazánkban a kukorica vízigényének kielégítése a júliusi időszakban a legfontosabb. (Somos, 1983)

Trágyázással gondoskodunk a növények által felhasznált anyagok pótlásáról, öntözéses termesztésnél vagy csapadékban gazdag vidéken a mélyebb rétegekbe mosott anyagokról is.

Egy hektárról 50q 72% vizet tartalmazó, vágott szemet hozó csemegekukorica termés szárral és levelekkel együtt mintegy 100 kg nitrogént, 20 kg foszfort, és 100kg káliumot, kisebb mennyiségben kalciumot és magnéziumot, nyomokban pedig sok olyan elemet vesz ki a talajból, melyekből nagyon kevés szükséges, de hiányukban nincs normális fejlődés. A kukorica levelei jelzik, ha a növény valamelyik elemből nem kapja meg a kellő mennyiséget és a hiányon fejtrágyázással enyhíthetünk. Veteményeskertekben a talajerő fenntartására négyzetméterenként 4-5 kg istállótrágya vagy dúsított tőzeg, 5dkg pétisó, 8dkg szuperfoszfát és 6dkg 40%-os kálisó ajánlható. (Daniel, 1978)

Magyarországon 1957-ig 70×70 cm-es tenyészterületet alkalmaztak. 1957–1960 között 70×50 cm-re csökkent a tenyészterület, ami 12–18%-os terméstöbbletet eredményezett. Később ez 50×50 cm és 70×40 cm volt, ami 20–25%-os többlettermést hozott. 1960-tól hosszú időn át alkalmazták jó termékenységű és vízgazdálkodású talajokon az 50×40 cm és a 70×30 cm-es vetésmódot, amely az előbbiekhöz képest is 9–10%-os terméstöbbletet adott (Pálovics és Sárvári, 2006).

2.2. A bokorbab ökológiai igényei és tápanyagigénye, valamint termesztésének jelentősége

A bab szántóföldi termesztése a hazai fogyasztás és az exportlehetőségek szempontjából is nagy jelentőségű. A múltban a külföldi országok a hazai termesztésű babot különösen magánháztartások számára, napjainkban pedig elsősorban konzervgyári feldolgozásra vásárolják. A szárazbab termesztésnek hazánkban évtizedes hagyományai vannak. Az 1931-1940. évek átlagában a babot főterményként 6000 hektáron termesztették a köztesvetés területe kb. 300 ezer hektár volt. Az össztermés évente mintegy 60-65ezer tonnát tett ki.(Tóth, 1979)

Jelentősége Európában és Magyarországon az elmúlt években fokozatosan nőtt. Köszönhetően annak, hogy a termék jó étrendi hatásával, ízével és kalóriaszegény táplálkozási értékét tekintve kifogástalan élelmiszer, valamint annak hogy a termesztése teljesen gépesíthető, ezért kézi munkaerőt nem igényel. Étkezési értékein túl jelentőségét fokozza, hogy gyökereivel a levegő nitrogénjét megkötni képes Rhizobium baktériumok szimbiózisban élnek. Ezek a vegetáció felében ellátják a növényt nitrogénnel, a termésérés után a baktériumok folytatják tevékenységüket, de az ebben az időszakban megkötött nitrogént a növények már nem veszik fel, így hektáronként közel 100kg N hatóanyagot hagynak maguk után. (Némethiné Uzoni – Ertseyne Peregı 2009)

Sok meleget kíván. Fejlődése a kukorica és a szőlő földrajzi övezetében a legjobb. Optimális hőigénye 22 ± 7 °C. Éréskor a hőmérséklet 25 °C fölé is emelkedhet káros következmény nélkül. (Somos 1983)

A hő és vízigénye szoros összefüggésben van, mert hiába elégítjük ki hőigényét, ha kevés vizet kap, vagy alacsony a páratartalom a bab nem köt jól és kevés a termése is. Vízigénye, összefüggésben a hőigénnyel nagy. Csak öntözéssel természetű biztonsággal. Két kritikus időszak van, amikor sok vizet kíván. Az egyik a kelés időszaka, a másik a kötődés ideje. (Katona Oláh, 1978)

Az étkezési szárazabb tápanyagigényes növény, fajlagos tápanyagigénye a termesztés céljából, a használt fajtákból és a tenyésztésből adódóan eltér a zöldbabnál ismert értékektől. Eredményes termesztésének feltétele a harmonikus tápanyagellátás. A szárazabbtermelés során alapkövetelmény, hogy foszforból 15mg, káliumból 20mg legyen 100 gramm talajban. Kísérletek igazolják, hogy a frissen trágyázott területek adják a legnagyobb szárazabb termést, ezért 20-25 t/ha szerves trágya felhasználása indokolt. Mint minden pillangósvirágú növényen, a bab gyökerein is megtalálhatók a nitrogéngyűjtő baktériumok. Ennek ellenére a fejlődés kezdetén a bab is igényli a mértékelt N-adagolást. A szükséges nitrogénmennyiséget tavasszal a talaj-előkészítéssel egyidőben juttassuk ki. (Tóth 1979)

A bab vetésénél a kedvező hatás nem mindig jelentkezik az első évben. Egy 1999-es kísérletben korai és kései vetésidőjű krotalaria (*Crotalaria ochroleuca* G. Don.) után az első évben mind a babnál, mind a kukoricánál terméseszkökenést mértek, a második évben viszont termésmenökedést tapasztaltak. A kukorica 39%-kal, a bab 23%-kal többet termelt. A kísérletet végzők magyarázata szerint a nagymennyiségű szervesanyag első évben hátráltatta az utóvetemény fejlődését, és a pozitív hatás csak a második vegetáció során érvényesült. A pillangósok által gyűjtött nitrogén jelentős, akár 118-269 kg/ha is lehet. Egy másik kísérletben 2006-ban bizonyították, hogy pillangós zöldtrágyanövények után alig, vagy egyáltalán nem kellett műtrágyát kijuttatni a csemegekukorica alá. Kreybig 1955-ben végzett számításai alapján a pillangós zöldtrágyázás 22-30 t/ha zöldtömeget szolgáltat, amiben 40-80 kg nitrogén van. Ez 200-400 kg pétisóval egyenértékű. ([http](#))

Egy kísérletben az elővetemények hatását vizsgálva azt tapasztalták, hogy a csemegekukorica/borsó előveteményű területeken nagyobb volt az összes-, a nitrifikáló és az ammonifikáló baktériumok száma, valamint a szacharáz és dehidrogenáz enzimek aktivitása. ([http](#))

2.3. A nitrogén jelentősége a növénytermesztésben és a termőföld nitrogénforgalma

A nitrogén a legfontosabb növényi tápelem, leginkább a vegetatív növekedésre van hatása. Az összes tápelem közül a növényeknek nitrogénre van legnagyobb mennyiségben szüksége. Földünkön a nitrogén-forrást a légköri nitrogén jelenti. E nitrogén a biológiai körforgásba, természetes módon csak mikroorganizmusok által kötött N útján léphet be. A természet, magasabb rendű növényeink tehát nitrogénhez nem tudnak hozzájutni, ugyanis ennek megkötésére csak igen kevés szervezet képes. (Varga S.)

A talajok nitrogénkészletének kb. 95%-a szerveskötésben található, az így kötött mennyiség mintegy 25-40%-a alfa-amino nitrogén, másik része pedig aminocukrok, aminosavak és egyéb szerves vegyületek formájában mutatható ki. A szerves N formák közül az ammónium és a nitrát fordul elő nagyobb mennyiségben, míg nitrit csak rövid ideig, intermediereként mutatható ki. Az ammónium-ion pozitív töltése révén a talajásványokban is megkötődhet, adszorbeálódhat, míg a nitrát negatív töltése révén arid talajokon nem kötődik meg, ami azt is jelenti, hogy pozitív vízmérleg esetén a vízzel a gyökérszót elhagyva mélyebb talajrétegekbe mosódhat. (Németh T)



1. ábra: A talaj nitrogénforgalma (forrás: Phylazonit Kft. 2012-2015)

- (1. légköri nitrogén, 2. szabadon élő nitrogénkötő baktériumok, 3. oldott nitrát és ammónium, 4. növényi nitrogénfelvétel, 5. állat, 6. szerves trágya, 7. növényi és állati maradványok, 8. gyökérgümő nitrogénkötő baktériumokkal, 9. nitrogénműtrágya, 10. baktériumtrágya, 11. ionizált légköri nitrogén 12. pillangós virágú növény, zöld nyíl: nitrogénnyereség, piros nyíl: nitrogén veszteség)

Termesztett növényeink termésszintjét a harmonikus tápelemellátás biztosítja, a tápelemek közül pedig a legnagyobb mennyiségben a nitrogén szükséges a növények számára. Fontos, hogy a termésképzés szempontjából jelentős időszakokban elegendő a növények számára felvehető nitrogén álljon rendelkezésre. A talajok összes nitrogéntartalma 0,02-0,4 között ingadozhat. A művelt rétegben az összes nitrogénnek több mint 95 százalékban szerves kötésben van jelen, ennek mennyisége a humusztartalommal arányos. A növények a talaj összes nitrogéntartalmának azonban csak tört részét képesek hasznosítani. Ezek a szerves nitrogénformák, a nitrát (NO_3^-) és az ammónium (NH_4^+). A talaj szerves nitrogéntartalma a mikroszervezetek tevékenysége révén alakul át szerves nitrogénné. A növények nitrogénellátásában ugyanakkor a légköri nitrogénnek is fontos szerepe van. A levegő nitrogénjét a növények nem tudják közvetlenül hasznosítani, csak a mikroszervezetek közreműködésével válik hozzáférhetővé, amelyek képesek ennek biológiai úton történő megkötésére. (Phylazonit Kft. (2012-2015))

1. Nitrogén körforgás – talajt gazdagító folyamatok

A talaj nitrogén-tartalmát gazdagító folyamatok:

- műtrágyázás,
- szervestrágyázás
- mikroszervezetek nitrogénkötése – ami fokozható a talajélet helyreállításával.

2. Nitrogén körforgás – és a nitrogén-veszteség

A talaj nitrogén vesztesége egyrészt pazarlás, másrészt szennyezés forrása is lehet. Törekedni kell arra, hogy a talajban csak annyi nitrogén maradjon amennyi a növények által felhasználható.

Nitrogén veszteséget okozó tényezők:

- denitrifikációs veszteség, – a talajban bekövetkező kedvezőtlen változások – anaerob körülmény – akadályozzák a nitrifikáló baktériumok tevékenységét,
- az ammónia gáz alakban történő elillanása,
- a nitrát kimosódása – amikor a lefelé irányuló nagy mennyiségű víz a nitrátot magával viszi a gyökérszóna alá, ezáltal a növények számára felvehetlenné válik.
- erózió okozta veszteségek – az erózió egyben nitrogén elhordást is jelent. Ha 1 t talajt visz el az erózió, 4% szerves anyagot feltételezve annak 1/20-a a nitrogén, azaz tonnánként 2 kg veszteség is felléphet. Az erózió következtében fellépő talajveszteség nem ritkán 10–20 t/ha, és ez 20–40 kg/ha nitrogén veszteséget jelent.

- Ammóniumion-fixáció az agyagásványrácsban – a talajoldatból az agyagásványok rácsai közé beépülő NH_4^+ -ionok energetikailag olyan helyzetbe kerülnek, hogy más ionokkal nem cserélhetők ki.

A nitrogén formái:

- Ammónium (NH_4^+): A legkönnyebben felvehető nitrogénforma, amely könnyedén képes bediffundálni a gyökér és akár a lomb szöveteibe. Nagy mennyiségű jelenléte azonban mérgezést, gyökér-, vagy lombperzselést is okozhat.
- Nitrát (NO_3^-): A gyökéren keresztül jól felvehető, gyorsan mozgó nitrogénforma. A növényvilág legnagyobb mennyiségben ezt a formát használja táplálékkul. Felvételére a gyökérszövet specializálódott, lombon keresztüli felvétele korlátozott.
- Karbamid ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) a lombon közvetlenül felvehető amid forma. A talajba juttatott karbamid nem épül be egy lépésben a növénybe, hanem a nitrifikáció folyamatában nitráttá alakul, amit erre specializálódott baktériumok enzimatikus úton végeznek és csak ez után, képes részt venni a növények fehérjeszintézisben.

A talajban lévő nitrogén állandó körforgásban van.

A szabadon élő mikroorganizmusok nitrogén kötése több lépésen keresztül történik meg:

1. Ammonifikáció, mineralizáció: a szerves nitrogénformák lebontása, és szerves formákká való alakulás – ez egy olyan enzimatikus folyamat, amely során a nitrogén NH_3 alakban szabadul fel.
2. Nitrifikáció: amelyben a mikroorganizmusok tevékenységük során az ammóniát nitráttá és nitráttá alakítják át.

A nitrogénkötés történhet szimbiotikus úton is. Itt elsősorban a pillangósokkal szimbiózisban élő Rhizobium fajok képesek erre. A Rhizobium fajok jelentősége óriási, hiszen akár 300 kg N/ha/év mennyiséget is képesek megkötni a növények számára.

A folyamat és a bekövetkező változások:

Mineralizáció (ammonifikáció): A szerves nitrogén-formák lebomlása (degradáció) és szerves formákká való átalakulása. Leggyakrabban ammónium-ion (NH_4^+) keletkezik.

N immobilizáció: Az ammónium (NH_4^+) vagy a nitrát ion (NO_3^-) mikroorganizmusok által történő felvétele.

Nitrifikáció: $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ átalakulás baktériumok által, aerob körülmények között.

Denitrifikáció: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$, baktériumok által, anaerob körülmények között.

N_2 fixálása: N_2 redukálása, NH_3 keletkezése közben, egyrészt specifikus baktériumok által, amelyek a növényekkel, szimbiózisban élnek.

Vannak viszont szabadon élők is, amelyek megkötik a nitrogént (Azotobacterek, cianobaktériumok, egyes algák, stb.). Ez a légköri nitrogén talaj felé való áramlásának fő forrása.

Oldódás: Végül a talajban az NH_3 átalakul NH_4^+ formává.(http2)

2.4. A nitrogénmegkötő baktériumok csoportosítása, a nitrogénkötés lehetőségei

A természetben többféle baktérium létezik, amelyek segíthetnek megkötni a légköri nitrogént:

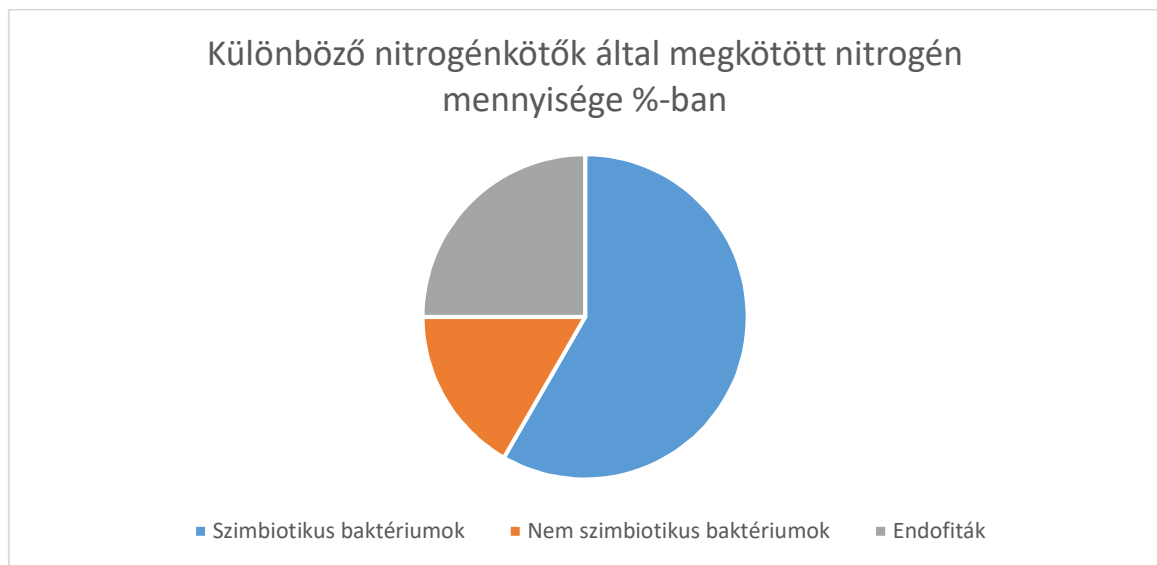
1. Szimbiotikus baktériumok (Rhizobium, Bradyrhizobium, Azorhizobium, Sinorhizobium, Frankia) – ezek a baktériumok a növényekben gümőket, csomókat alkotnak, amelyek lehetővé teszik a légköri nitrogén megkötését. Tevékenységük csak azokra a növényekre korlátozódik, amelyek ezt lehetővé teszik a hüvelyesekre.

A megtapadt baktériumok egy bizonyos ponton hidrolizálják a gyökérsejtek falát, majd a növényi sejtfal anyagokból álló, ún. infekciós fonálon keresztül behatolnak a gyökérbe. A növekvő infekciós fonál keresztül halad a kéregsejteken a fejlődő gümőkezdemény felé, miközben szállítja a folyamatosan osztódó baktériumokat. Eközben a gümőkezdemény fokozatosan növekszik, és megkezdődik a gümő kialakulása. A baktériumok növényi membránnal körülvéve az infekciós fonálból a növényi sejtek citoplazmájába kerülnek, ahol átalakulnak a tényleges nitrogénkötést végző bakteroidokká. A sikeres invázióhoz további bakteriális szignál molekulák szükségesek. Ezek általában poliszacharid típusú vegyületek, mint pl. a savas exopoliszacharid (EPSI, vagy szukcinoglükán), melynek termelésében mutáns baktériumok üres gümőket indukálnak, ami annak a következménye, hogy az infekciós fonalak nem tudnak kifejlődni, így a baktériumok nem jutnak be a növényi szövetbe.(http)

2. Nem-szimbiotikus baktériumok: (Azotobacter, Azospirillum, Pseudomonas vagy Azomonas) – Ezek a baktériumok a talajban élve kötik meg a légköri nitrogént és a növény számára felvehető formává alakítják át anaerob körülmények között (oxigénhez való hozzáférés korlátozott).
3. Endofiták (Methylobacterium, Herbaspirillum, Gluconacetobacter) – Ezek a baktériumok bejutva a növény belsejébe, a földfelszín feletti növényi részekben szabadon mozogva biztosítanak nitrogént a növények számára, függetlenül attól, hogy van-e felvehető nitrogén a talajban. (http3)

A pillangós virágú növényekkel szimbiózisra képes rhizobium baktériumok nitrogénmegkötő képessége már több mint 100 éve ismert. A növények a gyökereik által kibocsájtott kémiai anyagokkal vonzák szimbionta partnerüket, amennyiben a nitrogéntartalma egy kritikus szint alá csökken, így szükségessé válik a növény számára a baktériumok által kötött nitrogén is. A kölcsönösen előnyös kapcsolat lényege ugyanis abban áll, hogy baktériumok a számukra felesleges nitrogénvegyületet a növény hasznosítani tudja, cserébe a baktériumok szénhidrátot kapnak.(Varga S.)

Egyes vizsgálatok szerint a Rhizobium fajok 200 kg/ha nitrogén megkötésére is képesek hektáronként, az adott pillangós virágú növény nitrogénszükségletének több mint 70%-át fedezik az így megkötött nitrogénnel. Az Azotobacter fajok által megkötött nitrogén mennyisége 20-30 kg-ra tehető hektáronként, a növény nitrogénigényének közel negyedét biztosítják. Az endofita nitrogénkötő baktériumok 30-40 kg/ha nitrogén hatóanyagot képesek átadni a gazdanövénynek. (http4)



2. ábra: Nitrogénkötő baktériumok által megkötött nitrogén mennyisége

2.5. A szár- és gyökérmaradványok tápanyagszolgáltató képessége

A magyarországi mezőgazdasági melléktermékek közül a kukoricaszár és a búzaszalma együttes éves mennyisége 15-20 millió tonna, amelynek csak töredéke humifikálódik évente, sokszor az erőműi felhasználás, vagy a szántóföldről való lehordás miatt.

A cellulóztartalmú biomassza, lignocellulózok, a növény fajtájától és érettségi fokától függően eltérő mennyiségben tartalmaznak cellulózt, hemicellulózt és lignint. E három polimer adja a szárazanyag 85-90%-át. A lignocellulózok jellemzően 40-50% cellulózból, 25-30% hemicellulózból és 15-20% ligninből állnak, melyek mellett a cellulóztartalmú növényi maradványokban ásványi anyagok, olajok, fehérjék, egyéb poliszacharidok is megtalálhatók, amelynek mezőgazdasági szempontból óriási a jelentősége.

Ezen anyagok feltáródása, humifikálódása a növény számára biztosít folyamatos, kiegyenlített tápelem- és tápanyag-ellátást. Amennyiben ezek az anyagok a növény szármaradványaiból mobilizálódnak, a talaj ilyen jellegű anyagvesztesége csökken.(http5)

Makroelem	Őszi búza	Kukorica	Napraforgó
Nitrogén	40-50	100	80
Foszfor	30	40	60
Kálium	60-70	120	60-70

(TÓTH és KISMÁNYOKI, 2012)

3. ábra: Szár- és gyökérmaradványok makroelem-tartalma.(kg hatóanyag/ha)(http3)

A kukoricaszár, -levél, -csuhé külön-külön végzett beltartalmi vizsgálatait azt mutatják, hogy: A szár káliumtartalma kimagasló ugyan, de a legtöbb foszfor a levélben található. Feltűnően sok a levél nitrogéntartalma, kétszerese a szár nitrogéntartalmának. Nem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy a levélben hatszor annyi a kalcium mennyisége, mint a szárban. Majdnem kétszeres a magnézium a levélben a szárhoz viszonyítva. Nem vitatható tehát, hogy a szár káliumbősége termelésfejlesztés tekintetében rendkívül nagy értéket jelent (39kg/ha). Ugyanakkor nem lehet lebecsülni a levél foszfor-nitrogén kalcium és magnézium összesített értékét sem. Ebből a P+N 32kg, a Ca 21 kg, az Mg 9 kg összesen 62 kg hektáronként). Ezek alapján a kukoricaszár és kukorica levél beltartalmi értékének sorrendjét nehéz megállapítani, úgy látszik, hogy versenyben állnak egymással s mindkettő, mint melléktermék igen tisztes helyet foglal el a talaj természetes táplálásában. A kukorica melléktermék részeiből a csuhé beltartalmi szerepe számszerűleg összesen NPK 28kg/ha, ez több mint 20%-a az együttes melléktermék beltartalmának. A kukorica gyökerében a nitrogén a legtöbb. Harmincötzres kukoricaállomány gyökérzetében 100 kilogrammot meghaladó nitrogéntápanyag található hektáronként.(Szigeti 1971)

A növénytermesztésben megtermelt szerves maradványok – pl. gabonaszalma, kukoricaszár – trágyaként való alkalmazását kiterjedt nemzetközi, hazai szakirodalom taglalja, értékeli. A szalma talajba juttatását az égetés előnyös helyettesítőjeként javasolják. Martonvásáron többéves kísérletekben megállapították, hogy az istállótrágya és műtrágya, valamint a kukoricaszár és műtrágya együttes hatása azonos volt a műtrágyáéval. Ugyanakkor 250 kg/ha műtrágyával alászántott kukoricaszár ellensúlyozta a szárazság kedvezőtlen hatását. Szalmatrágyázás esetén a N-kiegészítést elengedhetetlennek tartják. A szalmatrágyázás egyik pozitívuma, hogy túlzott műtrágyázás esetén a szalma leszántásával csökkenthető a nitrogén kilúgozódás. Rámutattak viszont arra is, hogy a szalmamaradványok lebomlásakor növekedésgátló anyagok keletkeznek, amelyek csökkenthetik az utóvetemény fejlődését, illetve termését.

1974-ben egy kísérletben eltérő talajtípusokon értékelték a szalma, illetve kukoricaszár-melléktermékek alászántását, de a termesztett növények termésénél sem pozitív, sem negatív irányú változást nem tapasztalt. Egy 17 éves martonvásári kísérleti eredményeket értékelve a leszántott kukoricaszár hatástalanságáról számoltak be a terméshozamot illetően. Később 1979-ben gyengén humuszos, karbonátos homoktalajon a kukoricaszár termésnövelő hatását tapasztalták.

Egy 1984-ben végzett kísérletben gyengén savanyú homoktalajon a búzaszalma rendszeres leszántásakor kismértékű termésnövekedésről adtak számot, míg nyírségi nem karbonátos, humuszos homokon az elővetemények melléktermékeinek leszántásakor nem észleltek különbséget a terméshozamoknál. Később 1995-ben Keszthelyen Ramman-féle barna erdőtalajon azt tapasztalták, hogy a kukoricaszár és a búzaszalma kezdetben csökkentette, majd később növelte a vetésforgóban termesztett növények hozamszintjeit.([http](#))

III. Anyag és Módszer

3.1. A kísérlet helyszíne és beállítása

A kísérlet a saját gazdaságomban zajlott, Szarvason a szappanos zugban réti csernozjom talajon. A kísérletemhez két féle termesztési technológiát választottam a fóliasátorban történő termesztést, valamint a fóliasátorban történő termesztést árnyékoló raschel hálóval. A két fólia sátor egymás mellett helyezkedett el területük darabonként 100 négyzetméter.

Mindkét termesztéstechnológia esetében 30 cm tőtávolságra és 70 cm sortávra vetettem, így mindkettő kísérleti sátorba 280 darab növény került. A vetés időpontja mindkét technológiánál Május 1.-én történt. A kontroll termesztésben csak kukoricát, A kezelt állománynál pedig csemegekukoricát és bokorbabot felváltva vetettem.

A vetés előtt a területre sík bakhátakat húztam, a talajtakarásra polietilén fóliát alkalmaztam. A bakhátak magassága 25 cm szélessége 50 cm volt. Ez segítségemre volt a gyomszabályozásban és a talajnedvesség megőrzésében, mivel a gyomelnyomó képessége mellett a bakhát fólia pozitívan hat a vízgazdálkodásra is azáltal, hogy csökkenti a párolgási veszteségeket. A további gyomszabályozás és a talaj szervesanyag tartalmának növelése érdekében a sorközökbe pedig levágott fűből készült mulcsot szórtam.

Az öntözéshez a bakhátfóliák alá kihúzott csepegtetőszalagokat használtam, amellyel 50mm adagokban adtam ki az öntözővizet heti rendszerességgel.

A tápanyagellátást előzetes talajvizsgálati eredményekre alapoztam, így a tápanyagellátás a két sátor esetében azonos volt. Az elővetemény mindkét sátornál paprika volt.

3.2. Talaj és Léghőmérséklet mérése



4. ábra: Talaj és léghőmérséklet mérése a tenyésztésidőszakban

Mint a szakirodalmi áttekintőből kiderült a talaj és léghőmérséklet tölti be az egyik legfontosabb szerepet a növény növekedésében és termésképzésében, ezért mind a két termesztési technológiánál a teljes tenyésztő alatt figyelemmel kísértem a talaj és levegő hőmérsékletét.

A talaj hőmérsékletét egy a 4. ábrán látható higanyos talajhőmérő eszközzel végeztem 10 cm mélységben, a méréseket heti 1 alkalommal végeztem, majd a mérések eredményét Excel táblázatban feljegyeztem a teljes tenyésztő alatt. Ennek a célja az volt, hogy később a termesztési technológiák között tapasztalható különbségeket grafikon tudjam szemléltetni.

A léghőmérséklet mérésére is azért volt szükség, mert kíváncsi voltam, hogy a teljes tenyésztő alatt melyik az a termesztési technológia, ahol a levegő hőmérséklete a leghosszabb ideig van a növény számára optimális tartományban. Méréseket szintén heti 1 alkalommal végeztem szintén a 4. ábrán látható hagyományos higanyos hőmérővel, melyet Excel táblázatban feljegyeztem, hogy grafikonon tudjam szemléltetni, hogy mely technológia eredményei álltak közelebb a szakirodalomban meghatározott optimumhoz.

Fontosnak tartottam tudni mindkét technológia esetén, hogy a hőmérsékleti adatok mennyiben térnek el egymástól. Valamint, hogy a mért adatok átlagát kiszámítva, melyik

technológiai lesz az, ahol a kiszámított C°-ban megadott értékek közelebb állnak majd a szakirodalmakban meghatározott optimális hőmérséklethez.

3.3. Talaj nedvességtartalmának mérése



5. ábra: A talaj nedvességtartalmának mérése a tenyésztésidőszakban

Mivel a rhizobium tevékenysége a talajban zajlik a talaj hőmérséklete mellett a nedvességtartalom is egy intenzív meghatározó tényező lehet a növényeink fejlődése szempontjából és mivel ezt módunkban áll befolyásolni a továbbiakban fontos információt szolgáltat a vízadag meghatározásában.

A talaj nedvességtartalmának mérésére, egy az 5. ábrán látható kertészeti talajnedvességmérő eszközt alkalmaztam, amely úgy működik, hogy a talajba leszúrva egy egytől tízig terjedő skálán mutatja meg nekünk a talaj aktuális nedvességtartalmát és az adott értéket tartottam végig a tenyésztésidő alatt. A mérőeszközt úgy validáltam, hogy egy 423 köbcentiméter térfogatú bolygatatlan talajmintát vettem, amelynek friss és 130 °C-on szárított tömegéből számítottam ki a talajnedvességet térfogatszázalékban.

Biztos voltam benne, hogy annak ellenére, hogy a két sátorban azonos vízadagokkal öntöztem a talaj nedvességtartalma az egyéb agrotechnikai tényezők miatt különböző értékeket

fognak produkálni. Így választ kaphattam arra a kérdésre is, hogy az árnyékoló háló használata által nem csak az enyhébb besugárzás, hanem a magasabb talajnedvesség tartalom is okozhat eltéréseket akár a terméshozamban, akár a biomassza tömegében, vagy akár a rhizobium aktivitásban is.

3.4. Vegetatív jellemzők mérése



6. ábra: Kivágott kukoricaszár betakarítás után

A vegetatív jellemzők mérésénél, amelyből később a talajokba visszajuttatott tápanyagok mennyiségét is számoltam, legfőképp a csemegekukorica vegetatív részének adatait tartottam fontosnak feljegyezni, mivel a tenyésztő végén a betakarítást követően a kukoricaszárakat frissen ledarálva visszajuttattam a talajba és a szakirodalmi adatok alapján meg tudtam határozni, hogy ez mennyi tápanyagot hagyott maga után a következő növény számára.

Mértem a 6. ábrán is szereplő frissen kivágott kukoricatövek szárának magasságát egy hagyományos mérőszalaggal, melyet centiméterben határoztam meg 10 tő átlagát számolva a növények legalsó pontjától a legmagasabb pontjáig, továbbá a frissen kivágott felaprított szárának a súlyát egy arra alkalmas mérleggel kilogrammban meghatározva és azt felsoroztam az alkalmazott vetési normában található tövek számával.

Az így kapott adatokat feljegyeztem egy táblázatban, melyből ki lehetett számítani a különböző termesztés technológiáknál mért növényi maradványok tömegét, hogy így meg lehessen becsülni azok tápanyagszolgáltató képességét is.

3.5. Terméshozam



7. ábra: Terméshozam mérése a betakarítást követően

A terméshozamok mérésére szintén egy hagyományos mérleget használtam. Mind a négy technológia terülről betakarított termésről tíz-tíz tövet véletlenszerűen kiválasztva a 7. ábrán látható módon mértem, külön-külön a betakarított kukoricacsövek súlyát és ennek átlagát szoroztam az adott vetési norma tőszámával.

A mért adatokat egy táblázatban szemléltettem, hogy könnyen megállapítható legyen, mely technológia adta a legtöbb és a legkevesebb termést.

3.6. A talaj felvehető nitrogén-tartalmának mérése

A sátrakból egy átlagmintát vettem a vetés előtt, hogy legyen egy viszonyítási alap, hogy mekkora volt a talajok nitrogéntartalma a vetésidő kezdetén. Ebből egyértelműen látni lehet,

hogy a növényállományok mekkora mennyiségű nitrogént használtak fel és esetenként tapasztalható-e különbség a rhizobium aktivitás tekintetében.

A tenyészedő végén pedig mind a négy helyről átlagmintát vettem 25 cm mélységben és ezeknek a mintáknak a nitrogén tartalmát mértük és vizsgáltuk, hogy a mérési eredmények mutatnak-e szignifikáns különbséget.

A laboratóriumi vizsgálat a következőképpen zajlott:

- 10-10 gramm talajmintát kimértünk műanyag, kupakkal zárható edényekbe.
- Hozzáadtunk 50 cm^3 CaCl_2 oldatot minden talajmintához. A Ca az oldatban lévő ammónium ionokat a Cl pedig a nitrát ionokat vonja ki az oldatból.
- 1 óra hosszára rázógépre tettük a mintákat, majd szűrőpapíron leszűrtük azokat.

Itt a minták elemzése két részre oszódik. Az egyik az ammónium a másik a nitrát tartalom mérése.

3.6.1. Ammónium-ion mérése

Az ammónium-ion tartalom mérése a laboratóriumban a következőképpen zajlott:



8. ábra: Ammónium-ion mérése a laborvizsgálatok során

1. Kimértünk a szűrletből minden mintából 5 cm^3 oldatot
2. Két reagenst adtunk hozzá: 1. NaOH + diklór izocianurát, 2. Na szalicilát + Trinátrium citrát.
3. 30 perc várakozás után 655 nm hullámhosszon fotometráltuk a mintákat. A minta minél kékebb annál magasabb az ammónium tartalma, ahogy az a 8. ábrán is látható.

4. Az eredményekből egy ismert koncentráció sorból álló standard abszorbancia értékei segítségével számítottuk ki az ammóniumion koncentrációját a talajban.

3.6.2. Nitrát-ion mérése

1. Kimértünk a szűrletből minden mintából 5 cm³ oldatot
2. Hozzáadtunk 1ml 5g/l töménységű Na szalicilátot
3. A mintákat homokfürdőn bepároltuk, amíg a folyadék eltűnt az oldatból.
4. Ezt követően 1ml tömény kénsavat adtunk hozzá.
5. A közeget felhígítottuk 25 ml desztillált vízzel
6. Hozzáadtunk az oldathoz 5 ml 10 Mol-os NaOH oldatot.
7. Ezt az egészet mérőlombikban kiegészítettük desztillált vízzel, hogy mindegyik 50 ml legyen, majd 20 percig állni hagytuk.
8. 410 nanométeren fotometráltuk a mintákat, a színe minél sárgább annál magasabb benne a nitrát koncentráció.
9. Az eredményekből egy ismert koncentráció sorból álló standard abszorbancia értékei segítségével számítottuk ki a nitrátion koncentrációját a talajban.

3.7. Levélanalízis



9. ábra: Kiszárított levélminták az analízis elvégzése előtt

A levélanalízist azért láttam szükségesnek, hogy választ kapjunk arra a kérdésre, hogy a csemegekukorica esetében van-e különbség a növények tápanyagellátásában a termésérés idején. A mintákat címerhányás előtt az alsó csővel szemben lévő levelek adták.

Az összes nitrogéntartalom meghatározásának elve a 9. ábrán látható levelekből:

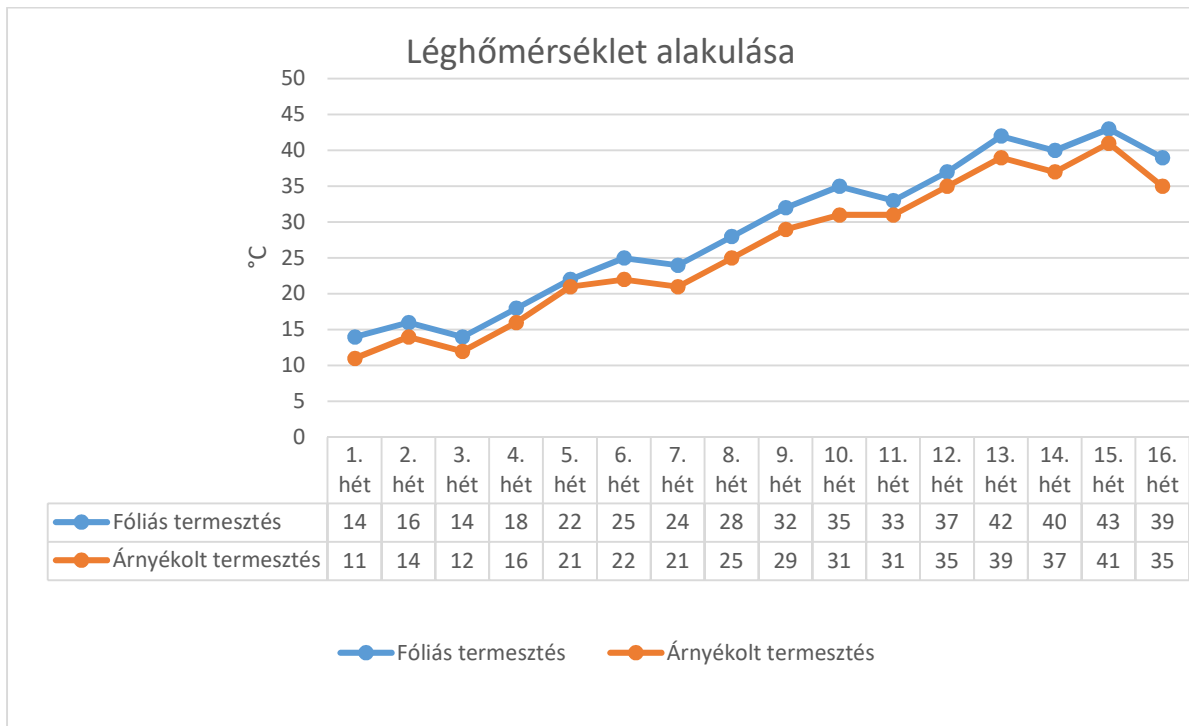
A savas feltárás után a mintában NH_4^+ formájában található meg a nitrogén, amelyet a vízgőz desztillációs módszerrel szabadítjuk fel tömény NaOH hozzáadásával. A keletkező ammónia gázt bórsavas szedőlombikba gyűjtünk, és titrálással határozzuk meg. A vizsgálat eszköze a Pro-Nitro M vízgőz desztillációs készülék.

A vizsgálat menete:

1. A minta tömény kénsavas feltárása: 0,5 g darált száraz levélmintához 5 ml tömény szelénos kénsavat adtunk, és 4 órán keresztül 400 °C-on roncsoltuk. A mintát ezután 50 ml-es mérőlombikba öntöttük át, és jelig töltöttük desztillált vízzel.
2. Desztillálás: 10 cm³ mintát a desztilláló edénybe mértünk, és 6 cm³ 33%-os NaOH-t fecskendeztünk a mintába. Körülbelül 8 perc alatt végbement a desztillálási folyamat. A desztillátumot 10 cm³ 1,5%-os H₃BO₃-at és 2 csepp keverék indikátort tartalmazó szedőlombikokba gyűjtöttük. A desztillálást ugyanígy elvégeztük egy vak mintára is, hogy a környezet hatását figyelembe tudjuk venni (a minta eredményéből ennek N-tartalmát ki is kell vonni).
3. Titrálás: a szedőlombik tartalmát 0,005 M-os H₂SO₄-val titráltuk (zöldből kék színbe való átcsapásig), ennek fogyásából (és a vak értékének levonásával) számítottuk ki a minták nitrogén koncentrációját.
4. Számítás: 1 cm³ kénsav fogyás egyenlő 0,14 mg nitrogénnel. 10 cm³ mintában 0,1 g talaj N tartalma van. $N \text{ (mg/kg)} = \text{fogyás} \times 0,14 \times 10000$

IV. Eredmények és megvitatásuk

4.1. Talaj és léghőmérséklet alakulása



1. Grafikon: Léghőmérséklet alakulása a tenyészidő során

A léghőmérséklet alakulásánál az 1. grafikonon jól megfigyelhető az árnyékoló háló használatából adódó hőmérséklet különbség. A táblázat adatai és a tapasztalatim alapján az első jól megfigyelhető dolog a vetés utáni időszakra esik.

A kezdeti időszakban a hidegebb hőmérséklet késleltette az elvetett magok csírázási idejét, míg a fóliásatorban 1 hét alatt, azaz Május 7.-re kikeltek az elvetett magok, addig az árnyékoló háló alatt csak Május 16.-án keltek ki, ami több mint egy hetes csúszást jelentett.

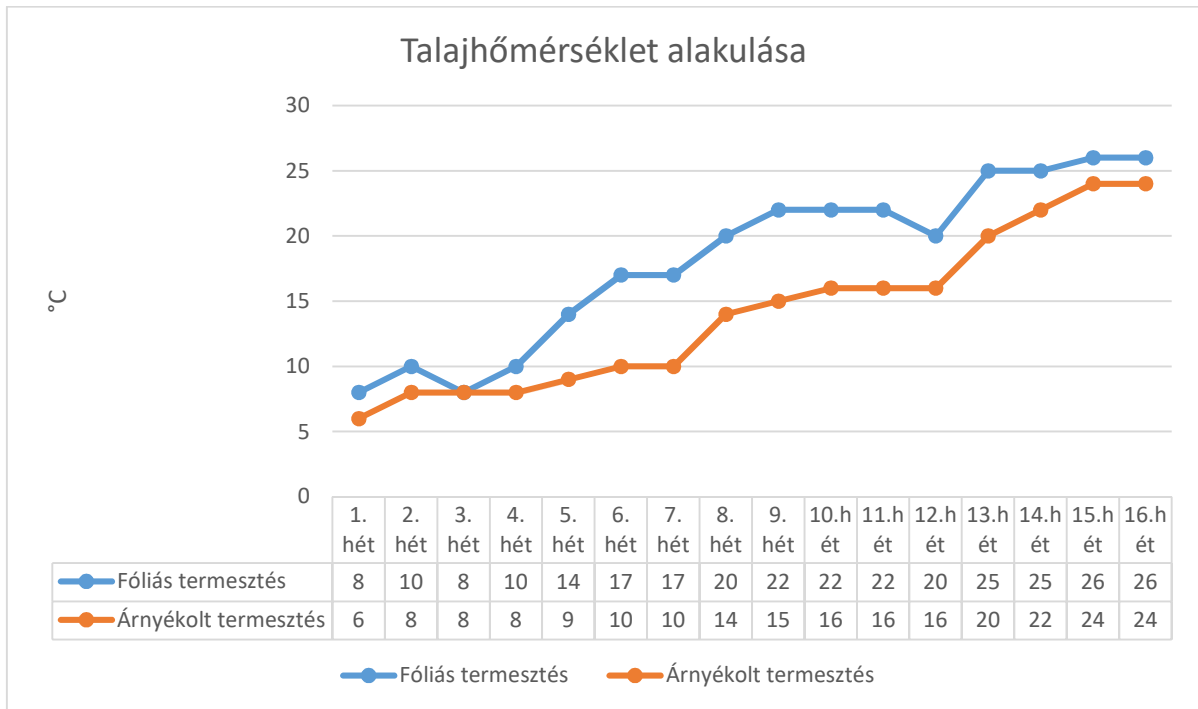
A tenyészidő alatt a hőmérséklet az időjárás függvényében folyamatosan emelkedett, de jól látható, hogy az árnyékoló háló alatt a hőmérséklet mindig kevesebb volt. A teljes tenyészidő alatt a hőmérsékleti átlagok a következőképpen alakultak:

A fóliás termesztés átlaghőmérséklete: 28,87 °C

A árnyékoló hálós termesztés átlaghőmérséklete: 26,25 °C

A két termesztési technológia között tehát kicsit több mint 2,5 °C hőmérséklet különbség volt mérhető. A szakirodalomban meghatározott 25 °C-ot tekintetem optimálisnak és bár az árnyékoló hálós termesztésben mért átlag hőmérséklet közelebb van az optimálishoz

terméshozamban, mégis gyengébben szerepelt, ami véleményem szerint a késői kelésnek köszönhető, mivel ennek függvényében a fóliás termesztés magasabb csőszámokat produkált a kukorica esetében.



2. Grafikon: Talajhőmérséklet alakulása a tenyésztés alatt

A felhasznált szakirodalom alapján a csemegekukorica vetőmagjának csírázásához minimum 8-10 °C szükséges. A 2. grafikonon jól látszik mi lehetett az oka annak, amit már korábban is említettem, hogy az árnyékoló háló alatt elvetett magok több mint 1 hetes késéssel keltek ki a fóliás termesztéshez képest.

A fóliás termesztésnél a kezdeti hőmérséklet magasabb volt ez segítette a magok csírázását az árnyékoló háló alatt pedig a kezdeti szakaszban éppen, hogy elérte a talajhőmérséklet a csírázáshoz szükséges optimumot.

A szakirodalmak arról számolnak be, hogy a talajhőmérsékleti optimum nagyjából megegyezik a léghőmérsékleti optimummal és a hőmérsékleti átlag minél közelebb van ehhez az optimumhoz, ez annál kedvezőbb a kukorica fejlődésére. A talajhőmérséklet a tenyésztésidőszakban a következőképpen alakult:

A fóliás termesztés átlagos talajhőmérséklete: 18,25 °C

A árnyékoló hálós termesztés átlagos talajhőmérséklete: 14,12 °

A fóliás termesztésnél május végétől intenzívebb felmelegedés volt tapasztalható a talajhőmérséklet esetében, az árnyékoló háló alatt viszont a felmelegedés sokkal lassabban kisebb mértékben zajlott, amelynek véleményem szerint az oka az volt, hogy az árnyékoló háló nagymértékben csökkentette a besugárzás intenzitását, ezáltal a hőmérséklet emelkedés lehetőségét.

A tenyészidő alatt mindkettő technológiánál folyamatos hőmérséklet emelkedés volt tapasztalható, a két technológia esetében a felmelegedés intenzitásában volt tapasztalható jelentős különbség.

4.2 Talajnedvesség alakulása



10. ábra: Talajminta súlyának mérése 130 C°-os szárítás után

A talaj nedvességtartalmának mérésénél az öntözések után az általam alkalmazott 5. ábrán látható kertészeti talajnedvesség mérő eszköz a fóliás termesztésnél 4-es, az árnyékolt termesztésnél 6-os értéket mutatott.

A validáláshoz általam használt, szintén az 5. ábrán látható mintavevő henger térfogata 423 cm³ volt. A fóliából vett talajminta a 10. ábrán látható módon mért kezdeti tömege 320 gramm, a 130 °C-on történő szárítás után 260 gramm volt, ez 14,18 v/v%-os talajnedvesség

tartalomnak felel meg. Az árnyékoló hálós sátorból vett minta kezdeti tömege 340 gramm, a 130 °C-on történő szárítás után szintén, ahogy a fóliából vett minta tömege is 260 gramm volt, amely 18,91 v/v%-os nedvességtartalomnak felel meg.

Az öntözési norma mindkét esetben ugyanannyi volt. A talajnedvesség tömegszázalékában a különböző hőmérsékletű közeg és az eltérő intenzitású besugárzás miatt mégis 4 v/v% különbség volt tapasztalható.

Bár mindkét érték kevesebb, mint a szakirodalmakban meghatározott 30 v/v%-os optimum, a vízellátás a két technológia esetében különbözik és a tápanyagfelvétel, valamint rhizobium aktivitás szempontjából ennek is jelentősége van.

4.3. Vegetatív jellemzők alakulása

A tenyészedő végére elért növénymagasságról készült adatokat az 1. táblázatban szemléltetem:

1. Táblázat: Növénymagasság cm-ben mért átlagos értékei a kivágást követően

Árnyékolt technológia		Fóliás technológia	
Kezelt	Kontroll	Kezelt	Kontroll
270 cm	250 cm	250 cm	170 cm

A növénymagasság méréseinek vizsgálatánál az első szembevetendő dolog, hogy a kezelt állománynál mindkét technológiánál magasabbak voltak a növények, mint a kontroll esetében, melynek oka akár a bab jelenléte miatt nagyobb mértékű nitrogén ellátás, vagy a nagyobb tőtávolság is lehetett.

Legmagasabbra az árnyékolt technológiánál a kezelt állomány nőtt, a legalacsonyabb növények pedig a fóliás kontroll termesztésben voltak. A két állomány közötti különbség, ahogy az 1. táblázatban látható 100 cm volt, ami jelentősnek tekinthető. A szignifikáns különbséget a tövek egymáshoz való távolsága, a különböző mértékű vízellátás és az eltérő mértékű besugárzás együttese okozhatta.

A magasabb növények esetében, viszont a csövek tömege kevesebb az alacsonyabb növényeknél több volt. A betakarított csövek számában is különbségek voltak tapasztalhatók.

Ebben a kísérletben a szárátmérőt nem mértem, viszont a további mérési eredmények elemzésében jól látszik, hogy a magasabb növények nem jelentették azt, hogy ezáltal a száruk tömege is nagyobb lett volna.

A tenyészidő végére elért tövenkénti szártömeg kilogrammban 10 tő átlagára számolva a 2. táblázatban kerül szemléltetésre:

2. Táblázat: Különböző technológiáknál elért átlagos szártömeg kg-ban a tenyészidő végén

Árnyékolt technológia		Fóliás technológia	
Kezelt	Kontroll	Kezelt	Kontroll
0,42 kg	0,56 kg	0,78 kg	0,33 kg

A tövenkénti szártömeg mérésénél a legmagasabb értéket fóliás kezelt állomány mutatta a legkevesebbet pedig a fóliás kontroll. Ennél a mérésnél, amit meg akartunk tudni, hogy a ledarált és visszaforgatott szármaradványok mennyi tápanyagot hagynak maguk után a talajban a soron következő kultúrnövény számára.

Az egy hektárra vetített szármaradványok 2. táblázatban látható adatok alapján kiszámított tömege a négy technológia esetében a következőképpen alakult:

Az árnyékolt kezelt állomány esetében: 840 kg/ha

A fóliás kontroll állomány esetében: 990 kg/ha

A fóliás kezelt állomány esetében: 1560 kg/ha

Az árnyékolt kontroll állomány esetében: 1680 kg/ha

A szármaradványok tömegének elemzésekor figyelembe kell vennünk azt is, hogy a kezelt állományokban a bab jelenléte miatt a kukorica csak fele akkora tőszámmal volt vetve, mint a kontroll állományokban, az eredményekben, viszont így is jelentős különbségek lettek.

Míg az árnyékoló háló alatt lévő állomány esetében a kezelt állomány csak fele akkora szártömeget produkált, a fóliás technológiánál a kezelt állománynak sikerült fele akkora tőszámmal majdnem a szármaradványok tömegének kétszeresét produkálni. Az adatokból kijelenthetjük, hogy a talajba visszaszolgáltató tápanyagmennyiséget az árnyékolt kezelt állomány adta, de nem maradt le sokkal a fóliás kezelt állomány sem.

Viszont amennyiben hozzá vesszük a fóliás kezelt állományban található bab által megkötött nitrogén mennyiségét is egyértelműen meghatározható, hogy ez az állomány hagyta maga után a legnagyobb mennyiségű tápanyagot. A rhizobium által megkötött nitrogén mennyiségével bővebben a 4.5 fejezetben foglalkozunk.

4.4. Terméshozamok alakulása

A tenyésztés végén a 7. ábrán látható módon mért véletlenszerűen kiválasztott 10 fő átlagából kiszámolt hozamokat a 3. táblázatban szemléltetem:

3. Táblázat: A kukorica és bab terméshozamai (kg/m²) a kezelések hatására

Árnyékolt technológia				Fóliás technológia			
Kezelt		Kontroll		Kezelt		Kontroll	
Kukorica	Bab	Kukorica	Bab	Kukorica	Bab	Kukorica	Bab
1,8	0,15	2,25	-	2,55	0,10	2,55	-

A 3. táblázatban szemléltetett hozamokból egyértelműen látszik, hogy a fóliás technológia magasabb eredményeket ért el. Ennek oka több tényező is lehet, de elsősorban véleményem szerint a korábbi kelés nagyban hozzájárult ehhez az eredményhez.

A fóliás termesztésnél a kukorica kétfő alkalommal Június 27. és Július 10.-én került betakarításra a bab pedig Július 12.-én az árnyékolt termesztésnél pedig 1 alkalommal Július 12.-én került betakarításra a bab és a kukorica is.

A fóliás termesztésnél a tövenkénti csőszám a kezelt állománynál átlagosan a teljes növényállományt tekintve 3 a kontroll állománynál viszont csak 2 cső volt és a kezelt állománynál babot is tudtunk betakarítani, így a kezelt állomány mindenképpen jobbnak bizonyult ennél a technológiánál a terméshozam tekintetében is.

Az árnyékoló hálóval fedett sátorban mindkét állománynál tövenként 2 csövet takarítottunk be. Ebből kifolyólag ennél a mérésnél is egyértelműen kijelenthető, hogy a fóliás kezelt állomány adta számunkra a legjobb eredményeket.

A fóliás állományban 10 főből számítva 1 cső átlagos súlya 0,51 kg az árnyékoló háló alatt 0,45 kilogramm volt. A bab terméshozama esetében nem volt mérhető különbség a technológiák között. A babot tekintve a hozam mindegyik technológiánál ugyanakkora volt.

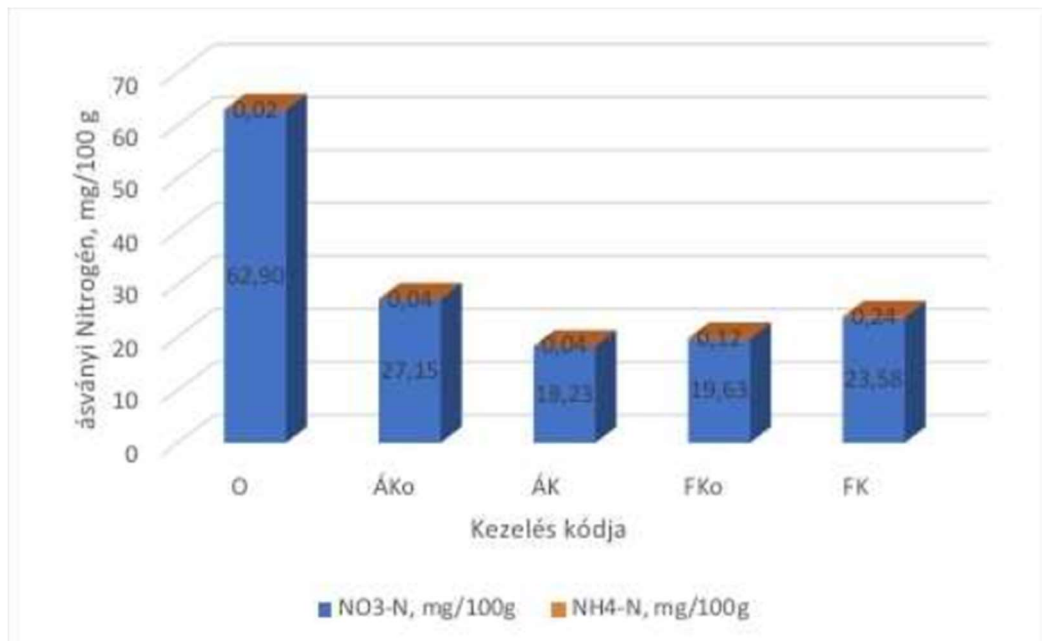
Annak, hogy a kukorica esetében a fóliás termesztésnél mért hozamok magasabbak voltak, sőt a csövek tömege is több volt, továbbá a kezelt állománynál a csövek száma is nagyobb értéket mutatott a korai kelésen túl, véleményem szerint a magasabb hőmérséklet is szerepet játszik, mivel kedvezően hathatott a növények vízfelvételére és a fotoszintézisre. Ezeken túl a fotoszintézis intenzitására az intenzívebb besugárzás is hatással volt véleményem szerint.

4.5. Talaj felvehető nitrogéntartalmának alakulása

A 11. ábrán látható kiindulási minta (amely a 0-val jelölt oszlopon látható) kiértékelése során a nitrát tartalomban jól látható az alaptrágyázáshoz használt szerves trágya hatása, ezért is tapasztalhatjuk a 11. ábrán azt, hogy ez az érték kiemelkedően magasabb a többinél.

A rhizobium aktivitás az ammónium-ion koncentrációban tapasztalható legelőször a talajban, hiszen a baktériumok a tevékenységük által először NH_4^+ formában kötik meg a légköri nitrogént és csak azután alakítják át nitrátokká. A betakarítás után mért ammóniumion koncentrációjában az árnyékoló háló alatt (amely a 11. ábra Á-val jelölt oszlopaiban látható narancssárga színnel) nem tapasztalható különbség, mivel a mért értékek azonosak, viszont a fóliás termesztésnél (amely a 11. ábra F-el jelölt oszlopaiban látható szintén narancssárga színnel) nagymértékben látható a különbség. A fóliás kezelt állományban mért (11. ábrán látható Fk-val jelölt oszlop narancssárga része) NH_4^+ -ion tartalom a duplája a fóliás kontroll állományban mért (11. ábrán látható Fko-val jelölt oszlop narancssárga része) értéknek. Ezt a különbséget a rhizobium aktivitás is létrehozhatta.

Ebből azt a következtést vonom le, hogy nitrogénmegkötés szempontjából a magasabb hőmérséklet kedvezőbb a rhizobium baktériumok számára. A 4.2 fejezetben taglalt vízellátási viszonyokat tekintve, viszont úgy gondolom, hogy később érdemes lenne a kísérletet újra megcsinálni ennél a fóliás kezelt állománynál nagyobb vízádagok kijuttatásával is. Ezáltal még pontosabb eredményeket kapnánk afelől, hogy a vízellátás hogyan hat a rhizobium nitrogénmegkötő képességére. Az így kapott adatokat később akár öntözött szántóföldi területeken is fel lehetne használni a jobb nitrogénmegkötés érdekében.



11. ábra: A kiindulási (0) és a betakarítás utáni (ÁKo, ÁK, Fko, FK) talajminták ásványi nitrogén tartalma

A 11. ábrán látható diagrammon jól látható, hogy a növények minden vizsgált állománynál a rendelkezésre álló nitrátok (amely az oszlopok kék részén látható) több mint felét felhasználták a tenyészidő alatt. És ehhez jön még a mikrobiális N-kötés által a talajba került N felvétele.

Az árnyékolt kontroll állomány esetében, (11. ábrán látható ÁKo-val jelölt oszlop kék része) mivel abban a vetésszerkezetben bab nem szerepelt, így a talajmintában lévő nitrogén többlet nem a baktériumok aktivitásának tudható be. Véleményem szerint vagy a korábbi években szervestrágya formájában kijuttatott humuszanyagok bomlása okozta, hogy itt magasabb lett mért NO₃⁻, vagy okozhatta az alacsonyabb terméshozam is.

A fóliás kezelt állománynál mért (11. ábrán látható Fk-val jelölt oszlop kék része) NO₃⁻-N érték magasabb a kontroll termesztéshez képest. Ebben az esetben már beszélhetünk akár a baktériumok tevékenysége által megkötött nitrogénről is. Az árnyékolt termesztésnél bár ez a jelenség nem tapasztalható, ebből az a következtetés szűrhető le, hogy gyengébb vízellátásnál és nagyobb hőmérsékletnél aktívabb a rhizobium baktériumok nitrogénmegkötő tevékenysége.

4.6. Levélanalízis eredményei

A levélanalízis eredményei a 4. táblázatban láthatóan alakultak:

4. Táblázat: A kukorica szártömegének és N-tartalmának alakulása a kezelések hatására

	Kukorica szártömeg, kg/ha	kukoricaszár N-tartalma, m/m%	kukoricaszárral felvett összes N, kg/ha
AK	840	1,789	15,0276
Ako	1680	2,001	33,6168
FK	1560	2,071	32,3076
Fko	990	1,799	17,8101

A 4. táblázatban a kukoricaszár nitrogéntartalmánál is látható ugyanaz a különbség, ami a talajvizsgálati eredményeknél. A fóliás termesztés esetében a kezelt állomány (4. táblázat Fk-val jelölt sora) szárának nitrogéntartalma magasabb értéket mutat a kontrollhoz képest, és bár a felvett nitrogén mennyisége is több a területről vett talajmintában mégis több nitrogén található, tehát ebben az esetben valóban beszélhetünk rhizobium aktivitásról. Így kijelenthetjük ebben a fejezetben is, hogy a továbbiakban ez az a termesztéstechnológia, amelyet érdemes lesz alkalmazni a továbbiakban.

Az árnyékolt területen viszont a kontroll állomány (4. táblázat Ako-val jelölt része) értékei magasabbak minden esetben, alátámaszthatjuk a feltételezésem miszerint a magasabb hőmérsékleten tudja a rhizobium kifejteni a nitrogénmegkötő képességét. Az árnyékoló háló alatt lévő állomány, bár szár tömegben nagyobb mennyiséget produkált, a terméshozamban mégis kevesebb volt.

A szár nitrogéntartalma és a felvett nitrogén mennyisége is a legalacsonyabb a leárnyékolt kezelt állomány esetében, (amelyet a 11. táblázat Ako-val jelölt sora szemléltet) valamint alacsony terméshozam is jellemezte ezt az állományt. Ebből egyértelműen adódik, hogy ezek a termesztési körülmények (hőmérséklet, vízellátás) nem voltak optimálisak sem a növekedés sem a nitrogénmegkötés szempontjából a kísérlet során.

V. Következtetések és javaslatok

A tenyészdő végére nyilvánvalóvá vált számomra, hogy a vizsgált vetésszerkezetnél a különböző termesztéstechnológiák mindenképp hatással vannak a termesztett növények fejlődésére és hozamára, valamint a rhizobium nitrogénkötő képességére. Az árnyékoló háló alá vetett magok esetében, az hogy a talaj később melegedett fel és így távolabb került a hőmérséklet a csírázási optimumtól, ez már a keléstől befolyásolta a tenyészdő alatt mért értékeket.

A fólia alatti magasabb hőmérséklet a korábbi csírázáson túl gyorsabb és intenzívebb fejlődést biztosított a növények számára. És bár ennél a technológiánál a nagyobb meleg és intenzívebb besugárzás következtében alacsonyabb volt a talaj nedvességtartalma véleményem szerint ez nem hatott negatívan a termesztett növények fejlődésére és hozamára. A nagyobb meleg a növényeket intenzívebb párologtatásra ösztönözte ezáltal fokozta a tápanyagfelvételt is.

A nitrogén- megkötés és felhasználás tekintetében az jól látszik az eredményekből, hogy a vetés előtt rendelkezésre álló nitrogén mennyiségének több mint a felét felhasználták a fejlődésükre a növények minden esetben. A fóliasártas termesztésnél látható egyedül az, hogy annak ellenére, hogy a növények által felvett nitrogén mennyisége a többihez képest több a talaj nitrogéntartalma viszont mégis magasabb. Véleményem szerint kijelenthetem, hogy ez lehet a rhizobium aktivitásnak köszönhető.

Ami a talajvizsgálati eredményekből kiderült még, hogy a kísérlethez használt talajunk nitrogén ellátottsági szintje igen jó volt, és szerintem ez is hatással lehetett az eredményekre. Köztudott, hogy a pillangós virágú növényekkel szimbiózisban élő nitrogénkötő baktériumok sokkal aktívabbak gyengébb tápanyag ellátottságnál, mint jobb nitrogén ellátottságú talajokon. További lehetőségeket látok a kísérletben gyengébb tápanyagellátottságú talajokon, ahol érdemes lenne vizsgálni ugyanezeket a paramétereket.

Vízellátás tekintetében, ami következtetést le tudunk vonni, hogy az alacsonyabb vízellátottságú területen magasabb volt az aktivitás mértéke. Viszont további kísérletekben érdemes lenne megnézni a magasabb akár 25-30%-os vízellátottságnál a magasabb hőmérsékletű termesztési közegben mutatna-e eltéréseket a nitrogén felvétel vagy megkötés.

Terméshozamok tekintetében az a legszembetűnőbb, hogy a fóliában a kezelt állomány kevesebb tőszámmal ugyanazt a hozamot volt képes produkálni kukorica esetében a magasabb tövenkénti csószám miatt, mint a kontroll állomány, ahol ugye a tőszám magasabb volt, és a kezelt állományról még babot is tudunk betakarítani. Ezeket figyelembe véve, összesítve a fóliás kezelt állomány adta a legmagasabb hozamot.

Az árnyékoló háló alatt a kezelt állomány kisebb terméshozamot produkált a kontrollhoz képest, ebben az esetben a magas tőszámot nem sikerült nagyobb tövenkénti csószámmal ellensúlyozni. A bab terméshozamában a két technológiát összehasonlítva nem tapasztaltam különbséget.

A szármadaradványokkal történő tápanyagutánpótlást vizsgálva is megállapítható, hogy bár nem a fóliás kezelt állomány adta a legnagyobb szártömeget, mégsem lett sokkal kevesebb, mint a legnagyobb tömeget adó árnyékolt kontroll állomány. Viszont amennyiben hozzávesszük a rhizobiumok által megkötött nitrogén mennyiséget beleértve az NH_4^+ és NO_3^- ionokat is, egyértelműen megállapítható, hogy a fóliás kezelt állomány hagyja a legtöbb tápanyagot maga után a talajban.

Az eredményekből arra következtetek, hogy fóliásátorban, a továbbiakban is érdemes a csemegekukorica mellé babot vetni társnövényként és törekedni kell a minél magasabb hőmérsékletre a tenyészidő alatt.

VI. Összefoglalás

Napjainkban, a mezőgazdaságban egyre fontosabb kérdéssé válik, hogy hogyan óvjuk meg a folyamatosan leromló termőföldjeinket, hogyan fokozzuk a talajainkban, a folyamatosan csökkenő talajéletet és hogy milyen alternatívák léteznek a talajaink tápanyag utánpótlására a műtrágyázáson túl.

Több éve gazdálkodom saját gazdaságban, és hamar nyilvánvalóvá vált számomra is a talajélet és a tápanyagutánpótlás fontossága. Első sorban paprikatermesztéssel kezdtem foglalkozni, de az első évek után láttam, hogy a monokultúrás termesztés az egyoldalú talajhasználatnak köszönhetően a kártevők felszaporodásához és a termés hozamok csökkenéséhez vezet.

Talaj nélküli termesztéssel nem akartam foglalkozni így a vetésforgó mellett döntöttem és ekkor tett kíváncsivá ez a kísérlet, hogyha a csemegekukorica mellé babot vetek, akkor a babbal szimbiózisban élő nitrogénkötő baktériumok mennyi nitrogént képesek megkötni a talajban, mint a műtrágyahasználat csökkentésének egyik alternatívája. A másik alternatíva pedig, hogy a ledarált és a talajba visszajuttatott kukoricaszár mennyi tápanyagot hagy maga után a következő növény számára.

A kísérletemnél két féle termesztési technológiát állítottam be, a fóliasátras termesztést, valamint a fóliasátras termesztést árnyékolóhálóval, mert kíváncsi voltam, hogy a különböző hőmérséklettel vagy vízellátással tudjuk-e befolyásolni a vizsgált paramétereket.

A kísérlet folyamán mértem a levegő és a talaj hőmérsékletét, hogy a tenyészidő végén meg tudjam nézni, hogy a különböző fenológiai fázisokban mennyire állt közel az adott hőmérséklet a növények optimumához. Továbbá mértem a növények magasságát és a száruk tömegét, amely azért volt fontos, hogy tudjuk melyik technológia esetében a legmagasabb a növények tápanyag visszaszolgáltató képessége. A nitrogén megkötés mérésére pedig a betakarításkor egy levélanalízist, valamint a tövek lekerülése után minden technológia esetében a talajból vettem mintát, amelyből ammónium- és nitrát-ion mérést végeztem.

A kísérlet végére megállapítottam, hogy a vetésforgó ezen részénél, amikor csemegekukorica kerül elvetésre társítani fogom babbal és árnyékoló háló nélkül simán fóliasátorban termeszttem. Így elérem a magasabb terméshozamot, többféle terményt takaríthatok be és így hagyja a növényállomány a legtöbb tápanyagot maga után a következő évi növények számára.

Irodalomjegyzék

1. Ágnes, Lukácsné Veres Edina–Zsuposné Oláh. Mészlepedékes csernozjom talaj fontosabb paramétereinek alakulása hagyományos és ökológiai gazdálkodási rendszerekben.
2. Boglárka, Kissné Oláh, and Dusha Ilona. "a környezet kötött nitrogén koncentrációjának a bakteriális szimbiózis ntrr gének által közvetített szabályozó szerepe a szimbiotikus nitrogénkötés egyes szakaszaiban.
3. Daniel L.(1978): A csemege és a pattogatni való kukorica termesztése, Budapest: Mezőgazdasági kiadó
4. Katona J. - Oláh L.(1978): Kertészek Könyve, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó
5. KESZTHELY, GEORGIKON KAR. AGROTECHNIKAI TÉNYEZŐK HATÁSA A KULTÚRNÖVÉNYEKRE ÉS A GYOMOSODÁSRA.
6. Nagy J.(2007): Kukoricatermesztés, Budapest: Akadémiai Kiadó
7. Némethiné Uzoni H. – Ertseyne Pereg K.(2009): Zöldségvetőmag termesztés, Budapest: Mezőgazda Kiadó
8. Németh T – Talajaink nitrogén tartalma és a nitrogén trágyázás, Magyar Tudományos Akadémia, Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest.
9. Pálovics B. Sárvári M. (2006) – A tőszám hatása a kukoricahibridek termésére
10. Péter, Mikó. A zöldtrágyázás talajállapokra és utóveteményre gyakorolt hatásainak vizsgálata. Diss. PhD Thesis. Corvinus University, 2009.
11. Phylazonit Kft. (2012-2015): A Beforgatott Jövő, Folprint Zöldnyomda
12. Somos A.(1983): Zöldség-termesztés, ötödik átdolgozott és kiadás, Budapest: Mezőgazdasági kiadó
13. Szigeti L.(1971) – A gabonaszalma és a kukoricaszár felhasználása, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó
14. Tóth T.(1979) – A bab és a lencse termesztése, Budapest: Mezőgazdasági Kiadó
15. Varga S. - A talajtermékenység mikrobiológiai alapjai és lehetőségei, Nyíregyháza: Green Edge Média Group Kft.

Internetes Hivatkozások

(http1): <https://genezispartner.hu/novenykulturak/zoldseg-novenyek/csemegekukorica/>

(http2): <https://omnivitaproduct.com/a-talaj-nitrogen-forgalma-a-nitrogen-fajtai/>

(http3): <https://agroforum.hu/agrarhirek/novenytermesztes/bakteriumok-es-a-nitrogenhasznosulas/>

(http4): <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/kornyezetgazdalkodas/104405-hogyan-csokkenthetjuk-hosszutavon-inputanyag-szuksegleteinket-iii>

(http5): <https://agroforum.hu/szakcikkek/talajelet/szarmaradvanyokban-rejlo-ertekek-a-tarlobontas-jelentosege/>

(http6): http://archivum.szie.hu/JaDoX_Portlets/documents/document_3279_section_3611.pdf

(http7): <https://core.ac.uk/download/pdf/288477955.pdf>

(http8): http://zeus.nyf.hu/~tkgt/Honlap%202010%20jan%206/public_html/konyvek/TV%20cikkek/3-14%20lukacsne.pdf

(http9) https://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2010/Kismanyoky_Andras_dissertation.pdf

Ábrajegyzék

1. ábra: A talaj nitrogénforgalma (forrás: Phylazonit Kft. 2012-2015)
2. ábra: Nitrogénkötő baktériumok által megkötött nitrogén mennyisége
3. ábra: Szár- és gyökérmaradványok makroelem-tartalma.(kg hatóanyag/ha)(http3)
4. ábra: Talaj és léghőmérséklet mérése a tenyésztidőszakban
5. ábra: A talaj nedvességtartalmának mérése a tenyésztidőszakban
6. ábra: Kivágott kukoricaszár betakarítás után
7. ábra: Terméshozam mérése a betakarítást követően
8. ábra: Ammónium-ion mérése a laborvizsgálatok során
9. ábra: Kiszáritott levélminták az analízis elvégzése előtt
10. ábra: Talajminta súlyának mérése 130 C°-os szárítás után
11. ábra: Talajminták ásványi nitrogén tartalma

Grafikonjegyzék

1. Grafikon: Léghőmérséklet alakulása a tenyésztidő során
2. Grafikon: Talajhőmérséklet alakulása a tenyésztidő alatt

Táblázatok jegyzéke

1. Táblázat: Növénymagasság cm-ben mért értékei a kivágást követően
2. Táblázat: Különböző technológiáknál elért szártömeg kg-ban a tenyészidő végén
3. Táblázat: Terméshozam kg/m²
4. Táblázat: Levélanalízis eredményei

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Mrena Dávid
A Hallgató Neptun kódja: MYC2YP
A dolgozat címe: Rhizobium nitrogénmegkötő képessége, különböző hőmérsékleti és vízellátási viszonyok között
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: MATE Környezettudományi Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Agrárkörnyezettani tanszék

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

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Szarvas, 2023 év november hó 11 nap


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Mrena Dávid (hallgató Neptun azonosítója: MYC2YP) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

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

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2023. november 11.



Juhos Katalin
belső konzulens