

Debreceni Egyetem
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudomány és
Környezetgazdálkodási Kar
Agrokémia és Talajtani intézet

Intézetvezető:
Balláné Dr. Kovács Andrea

**KÜLÖNBÖZŐ TÁPANYAGELLÁTÁSI ÉS TALAJMŰVELÉSI MÓDOK HATÁSÁNAK
ÖSSZEHASONLÍTÁSA A NAPRAFORGÓ (*Heliantus annuus* L.) NÖVEKEDÉSI
PARAMÉTEREIRE, TÁPANYAGFELVÉTELÉRE ÉS A TALAJ TULADONSÁGAIRA**

Készítette:
Kurely László Máté
osztatlan agrármérnök hallgató

Konzulensek:
Balláné Dr. Kovácsa Andrea
egyetemi docens

Juhász Evelin Kármén
tanársegéd

Debrecen
2022

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	2
BEVEZETÉS	5
1. TÉMAFELVETÉS	6
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
2.1. A NAPRAFORGÓ BEMUTATÁSA	7
2.1.1. A napraforgó rendszertani besorolása	7
2.1.2. A napraforgó morfológiai jellemzése.....	7
2.1.3. A hazai napraforgótermesztés.....	7
2.1.4. A napraforgó termesztéstechnológiája	8
2.1.5. A napraforgó éghajlatigénye.....	8
2.1.6. A napraforgó tápanyagigénye.....	9
2.1.7. A tápelemek szerepe a napraforgóban.....	9
2.1.8. A napraforgó vetésváltása.....	10
2.1.9. A napraforgó vetéséhez szükséges talajállapot kialakítása	10
2.1.10. A napraforgó vetése.....	11
2.1.11. A napraforgó betakarítása.....	11
2.2. MŰTRÁGYÁZÁS.....	12
2.2.1. Műtrágyahasználat Magyarországon	12
2.2.2. A műtrágyák jellemzése.....	12
2.2.3. Egy hatóanyag-tartalmú Nitrogén műtrágyák	12
2.2.4. Egy hatóanyag-tartalmú Foszfor műtrágyák.....	13
2.2.5. Egy hatóanyag-tartalmú Kálium műtrágyák	13
2.2.6. Több hatóanyag-taralmú műtrágyák	13
2.3. A SZERVESTRÁGYÁZÁS.....	14
2.4. A HAZAI TALAJMŰVELÉS	15
2.4.1. Forgatásos talajművelés.....	15
2.4.2. Forgatás nélküli talajművelés	16
3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN	17
3.1. A KÍSÉRLETI TERÜLET BEMUTATÁSA	17
3.2. A KÍSÉRLET KEZELÉSI TERVE	19

3.3.	NÖVÉNYMAGASSÁG ÉS SZÁRVASTAGSÁG MÉRÉSE	22
3.4.	NÖVÉNY BELTARTALMI ÉRTÉKEINEK VIZSGÁLATA	23
3.4.1.	A növényminták szárazanyagtartalmának meghatározása	24
3.4.2.	A növényi minta beltartalmi paramétereinek vizsgálata	24
3.5.	A TALAJPARAMÉTEREK MÉRÉSE	24
3.5.1.	A talajnedvesség meghatározása	25
3.5.2.	A talaj kémhatásának vizsgálata	25
3.5.3.	Nitráttartalom mérése	25
3.5.4.	A talaj CO ₂ termelésének mérése	26
3.6.	A TALAJ BIOLÓGIAI AKTIVITÁSÁNAK MÉRÉSE	26
3.6.1.	Összes csíraszám és a mikroszkopikus gombaszám meghatározása	26
3.6.2.	A talaj Dehidrogenáz enzimaktivitásának meghatározása	27
3.6.3.	Adatfeldolgozás, az adatok statisztikai értékelése	28
4.	A KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE	30
4.1.	A TALAJVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI	30
4.1.1.	A talaj nedvességtartalma	30
4.1.2.	A talaj kémhatása (pH _{H2O})	31
4.1.3.	A talajból fejlődő CO ₂ értéke	31
4.1.4.	A talaj nitráttartalma	33
4.2.	A TALAJ BIOLÓGIAI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI	34
4.2.1.	A talaj dehidrogenáz enzimaktivitása	34
4.2.2.	A talaj összes csíraszámának változása	35
4.2.3.	a talaj Összes mikroszkopikus gomba számának változása	36
4.3.	NÖVÉNYVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI	37
4.3.1.	A 10 leveles napraforgó magassága	37
4.3.2.	A 10 leveles napraforgó szárvastagsága	38
4.3.3.	A NAPRAFORGÓ TÁPELEMENTARTALMA 4 LEVELES ÁLLAPOTBAN ÉS VIRÁGZÁSKOR	38
4.3.3.1.	A napraforgó káliumtartalma	39
4.3.4.	A napraforgó foszfortartalma	40
4.3.5.	A napraforgó Cinktartalma	41
4.4.	A KÍSÉRLET HOZAMADATAI	42
4.5.	KÖVETKEZTETÉS	43
	ÖSSZEFOGLALÁS	44

IRODALOMJEGYZÉK	45
INTERNETES FORRÁSOK:	47

BEVEZETÉS

Napjainkban az agrárágazat szereplői egyre nagyobb figyelmet fordítanak a fenntartható mezőgazdasági termelésre és fejlődésre. A fenntartható mezőgazdasági művelés, a talajaink kellő ismerete nélkül nem létezhet. A fenntartható mezőgazdasági termelés létrejöttéhez, egy olyan gazdálkodási rendszerre van tehát szükség, mely megőrzi vagy javítja talajaink állapotát, termékenységet, ugyanakkor nem jár a termés mennyiség-, és minőségbeli csökkenésével.

A XXI. században ez a technológia már rendelkezésünkre áll, azonban kiépítése és üzemeltetése nagy mennyiségű humán és anyagi erőforrást igényel, mellyel a szántóföldi növénytermesztők gyakran nem rendelkeznek. Számos családi gazdaságban jelen van napjainkban a tőkehiány, ami megnehezíti-e gazdaságok versenyképességét, rákényszerítve őket a hagyományos technológiák alkalmazására.

Kísérletem beállításakor családi gazdaságunkra esett választásom, mivel fontosnak tartom megismerni, nyomon követni a gazdaságunkban a napraforgó tenyészidőszaka alatt a talajban, növényben végbemenő változásokat.

1. TÉMAFELVETÉS

A megfelelő talajművelés és tápanyagutánpótlás kiválasztása kulcsfontosságú szerepet játszik a következő évi termés mennyiségének befolyásolásában. Mindkét műveletben arra törekszünk, hogy a vetés előtt, a kultúrnövény számára ideális talajállapotot hozzunk létre, a hozam és a minőség növelésének érdekében.

2022 tavaszán láthattuk, hogy a földgáz árának növekedése és annak beszerzési nehézsége, milyen nagy hatással volt a műtrágya árának változására és annak elérhetőségére, megnövelve ezzel a növénytermesztők befektetési költségeit, valamint a szükséges mennyiségek beszerzését is megnehezítette. A szántóföldi növénytermesztésben használt erőgépek működéséhez szükséges gázolaj esetén is hasonló volt a helyzet. A gazdálkodóknak törekedni kell a környezeti adottságaik kihasználásával a fenntartható gazdálkodás kialakítására.

Kísérletem célja az adott kísérleti beállítás talaj-növény rendszerében helyszíni mérésekkel és analitikai mérési adatokkal alátámasztani azt, hogy az eltérő tápanyagutánpótlási módok, a szerves és műtrágyázás mellett melyik az a talajművelési mód, amely hosszútávon fenntarthatóbb, kedvezőbb termést eredményez, jobban megőrzi a talaj termékenységét, víztartalmát, javítja talaj a fizikai, kémiai, mikrobiológiai tulajdonságait, és a kedvezőtlen időjárási körülmények hatásait enyhíti.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A NAPRAFORGÓ BEMUTATÁSA

2.1.1. A NAPRAFORGÓ RENDSZERTANI BESOROLÁSA

A napraforgó (*Heliantus annus* L.) a zárvatermők törzsén (Angiospermatophyta) belül, a kétszikűek osztályába (Dicotyledonopsida), az Asterales (fészkesvirágzatúak) rendbe, az Asteraceae családjába és a Helianthus nemzetségbe tartozó növényfaj (IZSÁKI és LÁZÁR, 2004).

A Heliantus nemzetségbe körülbelül 70 faj sorolható, melyek között élő és díszfajok is megtalálhatók, de a legfontosabb az egyéves napraforgó (*Heliantus annus* L.) (RADICS, 2003).

2.1.2. A NAPRAFORGÓ MORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE

A napraforgó lágyszárú, főgyökér rendszerrel rendelkező növény. Gyökérzete a legtöbb talaj típuson sűrűn átszővi a termőréteget és a nyár folyamán követi a csökkenő és lefelé húzódó nedvességet (FÜLEKY, 1999). A növény szárrésze a fejlődés kezdetén még lágy, dudvaszerű, mely később elfásul és hosszúsága a tenyészidőszak hosszától függően változhat. Virágzata fészkesvirágzat, mely akár 600-1200 virágból is állhat. A növény beporzását főként rovarok végzik és a virágzás kb. 4-7 napig tart. A napraforgó kaszattermással rendelkezik, mely magból és terméshéjből tevődik össze. Fontos minőségi paraméter a héj: bél arány, mely a jelentős olajtartalmú változatok esetében akár 85: 15 % is lehet (ROMHÁNY et al., 2010).

2.1.3. A HAZAI NAPRAFORGÓTERMESZTÉS

A hazai mezőgazdaság legnagyobb területen termesztett olajnövénye a napraforgó (*Heliantus annuus*). 2021-ben 654 693 ezer hektáron termesztettek napraforgót, átlagosan 2,68 t/ha terméshozammal. 20 évet visszamenve az időben azt látjuk, hogy 298795 hektáron 1,62 t/ha volt az átlagos terméshozam (Internet1). A magyar napraforgó termesztés már az 1950-es években is

magas színvonalon folyt, hiszen az Iregszemcsén, Szegeden és Kisvárdán nemesített napraforgóhibrideket már külföldön is előszeretettel használták a szántóföldi növénytermesztők, olyannyira, hogy az itthon előállított hibrideket nagyobb arányban termesztették külföldön, mint hazánkban (HESZKY-BÓDIS-HOLLY-2002). A napraforgótermesztés azonban nem a XX. század közepén kezdődött el Magyarországon. Európában elsőként a XVII. Század végén készítettek étkezésre alkalmas olajat Erdélyben. Ez közel 50 évvel előzte meg a nyers napraforgóolaj felfedezését Kelet-Európában. 1835ben görögkeleti vallású oroszok közt terjedt el igazán a napraforgóból készült olaj használata mely meghatározta a XIX. században a napraforgó művelésének alakulását. Ekkor lendült fel a hazai napraforgótermesztés is hiszen a belőle kinyerhető olaj minősége jóval meghaladta az eddig használt növényi olajok minőségét. Először a nyírségi falvakban, a jászágban és Bihar megyében terjedt el a napraforgó, mint kultúrnövény a szántóföldi növénytermesztésben. Az ország más térségeiben csak később a XIX. század végén lett népszerű e növény termesztése. Mivel e növény mondhatjuk több százéves múltra tekint vissza, ebből kifolyólag az ország egyes területein más-más névvel illetik a napraforgót. Ilyen például a Dunántúl középső részén használt *szotyola*, vagy a Dél-Dunántúlon használt *tányérvirág* elnevezés is (SELMECZI 1993).

2.1.4. A NAPRAFORGÓ TERMESZTÉSTECHNOLÓGIÁJA

A napraforgó esetében az agrotechnikai tényezők különösen fontos szerepet játszanak a termés mennyiségének és minőségének alakulásában, ezt legjobban a növényvédelem és a vetésváltás befolyásolja közel 65%-ban. A vetésidő (11%) a betakarítás (8%) a tápanyagellátás (12%) és a talaj előkészítés (4%) igaz egyenként csak kis mértékben befolyásolják a termésparamétereket, azonban az egyes kezelések nem megfelelő kivitelezése, negatív hatással van a termés paraméterekre (PEPÓ, 2015).

2.1.5. A NAPRAFORGÓ ÉGHAJLATIGÉNYE

Magyarország éghajlati adottságainak köszönhetően kiválóan alkalmas a napraforgó termesztésére. A napraforgó a nagy vízigényű (470-550 mm) és a melegigényes (hőösszegigénye

1900-2500 C°) növények közé tartozik (ANTAL, 2005). A napraforgónak kezdetben csapadékos meleg időre van szüksége, hiszen víz- és tápanyagfelvétele csillagbimbós állapottól a virágzás végéig a legintenzívebb. Vízigénye legnagyobb részét a fent említett időszakban használja fel. A tenyészidőszak végén az éréshez száraz meleg idő szükséges a napraforgó számára. A napraforgó átlagosan a vegetációs időszak végére a talajnedvesség nagy részét felhasználja kiszárítva a talajt mélyre hatoló gyökérzetével.

2.1.6. A NAPRAFORGÓ TÁPANYAGIGÉNYE

PEPÓ (2014) szerint a napraforgó igen nagy a tápanyagfelvétele, azonban mégis a mérsékelt trágyaigényű kultúrák közé tartozik, ugyanis mélyre hatoló, erőteljes gyökérzete révén a nehezen hozzáférhető tápanyagkészletet is képes felhasználni. VARGA és HOFFMANN (2022 II) szerint ahhoz, hogy a napraforgó egy hazai közegben kiemelkedő 4-4,5t /ha termésátlagot el tudjon érni, 160 kg nitrogén, 40 kg foszfor, 300 kg kálium, 235 kg kalcium, 50 kg magnézium és 15 kg kén szükséges továbbá 300 g cink-, 350 g mangán-, 150 g réz-, 550 g bór-, 3600 g vas- és 55 g molibdén. (Internet2)

2.1.7. A TÁPELEMEK SZEREPE A NAPRAFORGÓBAN

A nitrogén (N) fontos szerepet játszik a növények növekedésében és termőképességében, hiszen számos vegyület (aminosavak, fehérjék, nukleinsavak, klorofill) fő alkotórésze (PARSONS és TINSLEY, 1975). A nitrogén hiányában csökken a fehérjék mennyisége és minősége, csökken a termés, a szár és a levelek sárgulnak, valamint megnehezíti egyéb tápelemek felvételét a növény számára. Nitrogén többlet esetén a növény érzékenyebbé válik a betegségekre és a környezeti hatásokra (szél, hőmérséklet) is. A leglátványosabb tünetek azonban a sűrű sötétzöld növényzet és az érés idejének megnövekedése. Emellett nitrogén túlsúly következtében az olajnövények, (napraforgó, repce) olajtartalma is csökkenhet (ANTAL, 2005).

A foszfornak (P) igen sokféle szerepe van a növényekben, hiszen részt vesz számos élettani-, biokémiai- és anyagcserefolyamatban. Foszforhiány fellépése esetén a generatív fázisban (mag és

virág kialakulása) tapasztalhatunk anomáliákat, de a gyökérfejlődésre és a vízhasznosulásra is negatív hatással van. Foszforhiány következtében megfigyelhető a léha kaszatok százalékos arányának növekedése is. Túlsúlya esetén a tőszám és a felvett makroelemek mennyisége is csökkenthet.

A kálium (K) növeli a szárazsággal szembeni ellenállóságot és mérsékelheti a gombás betegségek kártételét. Káliumhiány csökkenti a szénhidrát, a cukor, a keményítő és a nyersrost képződést, valamint a növekedést a N és P beépülésének gátlásával. A kálium túlsúly a mikroelemek felvételét akadályozza (FÜLEKY, 1999).

A cink (Zn), a vas (Fe) és a mangán (Mn) hiánytünete hazánkban akkor fordul elő, ha jelentős mennyiségű mész (CaCO_3) és foszfor (P) található a talajban. A réz (Cu) hiány elsősorban mészben gazdag homoktalajon fordul elő, ahol a foszfor mennyisége is igen magas a talajban. A bór (B) hiány (kis levélméret, sárguló tányér) homoktalajokon gyakori, ha az savanyú (FRANK, 1999; KÁDÁR, 2011).

2.1.8. A NAPRAFORGÓ VETÉSVÁLTÁSA

A vetési terv elkészítésénél napraforgó vetése esetén fontos figyelembe venni a területen, az előző 6-7 évben termesztett növényeket. Napraforgót ugyanis normál esetben 4-5 év, napraforgó szádor (*Orobanche cernua Wallr*) megjelenése esetén azonban 6-7 év után lehet csak ismételten vetni. Rossz elővetemények közé tartoznak még a Fabaceae családba tartozó növények, mivel ezek gyökerén található gyökérgümők a talaj nitrogéntartalmát fokozzák. Az állomány fehér-, és szürkepenésztől való megóvása érdekében kerülendő növények közé tartozik még a len, a kender, a dohány, illetve a paradicsom is. Kiváló elővetemények azonban az őszi és tavaszi kalászosok, mint például az őszi árpa (*Hordeum vulgare*), az őszi búza (*Triticum aestivum*) a rozs (*Secale cereale*) és az abrakzab (*Avena sativa*) (SZABÓ-KOZÁR 2002).

2.1.9. A NAPRAFORGÓ VETÉSÉHEZ SZÜKSÉGES TALAJÁLLAPOT KIALAKÍTÁSA

Amennyiben napraforgót szeretnék termesztetni, akkor az elővetemény lekerülése után nagy figyelmet kell fordítanunk a tarlóhántásra és a tarlóápolásra. A szármaradványok talajba forgatása mellett a talajnedvesség talajban tartására is törekednünk kell. Ennek érdekében nagyon fontos, hogy minden művelet (legyen az alpművelés vagy tarlóhántás) után a talajfelszín lezárása ne maradjon el (ANTAL, 2005).

2.1.10. A NAPRAFORGÓ VETÉSE

A napraforgó vetés idejének helyes megválasztásával számos probléma kiválón megelőzhető. Amennyiben a talaj hőmérséklete nem megfelelő a vetés idejében (túl alacsony), úgy az állomány kelése nem lesz robbanásszerű. A magas olajtartamú hibrideknél 8-12 C⁰ között a legideálisabb a talaj hőmérséklete, míg az étkezési napraforgónak a 7-8 C⁰-os hőmérséklet is megfelel. A túl korai vetésidő megnövelheti a betegségek kialakulásának esélyét állományunkban. Erre megoldást lehet a gombaölő szer tartalmú csávázószerrel csávázott vetőmag. Az állománysűrűség helyes megválasztásával is csökkenthetjük a betegségek kialakulásának kockázatát. Az ideális állománysűrűség 45-55000 szem/ha.

A vetés mélysége talajtípus függő. Különböző kötöttséggel rendelkező talajokon más-más vetésmélység a megfelelő az ideális, robbanásszerű kelés eléréséhez. Homok talajon 6-8 cm, középötött talajokon 5 cm míg kötött talajokon 4 cm az ideális vetésmélység (SZABÓ-KOZÁR 2002).

2.1.11. A NAPRAFORGÓ BETAKARÍTÁSA

A napraforgó betakarításánál az ideális nedvességtartalom kulcsfontosságú. A kaszattermés 16-18 % nedvességtartalom mellett betakarítható. A betakarításkor a kombájn magtartájába szennyeződés (szár-, tányérmaradvány) kerülhet, mely rontja a kaszattermésünk tárolhatóságát (penész) és fokozza a tűzveszélyességet szárításkor. A szárítást 70 C⁰-on 8-9 % nedvességtartalom eléréséig végezzük (NEMES-KÁLMÁN, 1993).

2.2. MŰTRÁGYÁZÁS

2.2.1. MŰTRÁGYAHASZNÁLAT MAGYARORSZÁGON

A Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint az elmúlt 20 évben az egy hektárra jutó műtrágya mennyisége megduplázódott, 2000-ben 61 kg^a 2021-ben 133 kg^a (Internet3) volt a hektáronként átlagosan felhasznált NPK műtrágya mennyisége. Magyarországon 1960 előtt a műtrágyahasználat nem haladta meg a 30 kg/ha-os mennyiséget.

Az új nagy termőképességű fajták bevezetésével és az agrotechnika fejlesztésével növekedtek a hozamok és ebben kulcsfontosságú szerepet töltött be a műtrágyázás is (LOCH-KISS 2014).

2.2.2. A MŰTRÁGYÁK JELLEMZÉSE

A műtrágyákat kijuttatási idejük és módjuk szerint 4 csoportra bonthatjuk, alap-, starter-, lomb- és fejtrágyázásra. Alaptrágyázást az őszi talajművelés előtt végzünk, ilyenkor juttatjuk ki a kívánt foszfor és kálium mennyiséget. A nitrogént a kimosódás veszélye miatt és a környezeti kockázat csökkentése érdekében csak kis mennyiségben juttatjuk ki ősszel. Starter műtrágyát általában vetés előtt vagy vetéssel egy menetben juttatunk ki. Fejtrágyázás esetén a műtrágyát már meglévő növényállományba juttatjuk. Lombtrágyázáshoz valamilyen folyékony műtrágyát juttatunk ki általában növényvédőszer kíséretében.

Halmazállapot szempontjából megkülönböztetünk folyékony vagy szilárd műtrágyákat, ezen belül beszélhetünk makro- és mikroelemtrágyákról. Összetételük alapján három nagy csoportot lehet elkülöníteni, az egyszerű, az összetett, vagy kevert műtrágyákat (LOCH és KISS, 2010).

2.2.3. EGY HATÓANYAG-TARTALMÚ NITROGÉN MŰTRÁGYÁK

A növény a nitrogént ammónium-ion (NH_4^+) és nitrát-ion (NO_3^-) formájában veszi fel a talajoldatból. Az ammónium-sók közül 35 %-os hatóanyagtartalommal a legelterjedtebb nitrogénműtrágyánk az ammónium-nitrát (NH_4NO_3). Kalcium-karbonáttal (CaCO_3) vagy

dolomittal keverve pétisót kapunk, mely 27 %-os hatóanyagtartalommal rendelkezik. Magas hatóanyagtartalma miatt (46 %) a karbamid alkalmazása is elterjedt. Használhatunk továbbá folyékony N-műtrágyákat, például vizes és cseppfolyós ammóniát, vagy UAN oldatot is (LOCH és KISS, 2010).

2.2.4. EGY HATÓANYAG-TARTALMÚ FOSZFOR MŰTRÁGYÁK

A legelterjedtebb foszfor műtrágya hazánkban a szuperfoszfát, ami a P-t vízoldható monokalcium-foszfát, illetve változó mennyiségű szabad foszforsav formájában tartalmazza és foszfor-pentoxidban kifejezett hatóanyag-tartalma 17-18 %. Alkalmazhatunk azonban hármas (42-52 % P_2O_5) vagy dúsított (18-45 % P_2O_5) szuperfoszfátot is. Figyelni kell azonban arra, hogy túladagolásukkal elősegítjük a talajsavanyodást és a felszíni vizek eutrofizációját okozhatjuk (FÜLEKY, 1999).

2.2.5. EGY HATÓANYAG-TARTALMÚ KÁLIUM MŰTRÁGYÁK

A leggyakrabban használt kálium tartalmú műtrágya a kálisó (KCl), mely hatóanyag-tartalma kálium-oxidban kifejezve 40-60 % között változhat származási helyétől, előállítási körülményeitől függően. Emellett érdemes megemlíteni a kálium-szulfátot (K_2SO_4), melyet elsősorban klorid érzékeny növények esetében alkalmaznak és hatóanyag-tartalma 48-52 % K_2O (SÁRDI, 2011).

2.2.6. TÖBB HATÓANYAG-TARTALMÚ MŰTRÁGYÁK

Az összetett hatóanyag-tartalmú műtrágyáknak üzemi körülmények között számos előnyük van az egy hatóanyag-tartalmú műtrágyákkal szemben. Szállításuk és kijuttatásuk gazdaságosabb, mint az egy hatóanyag-tartalmú megfelelőjük. Ezek érkezhettek kevert (fizikai úton előállított) vagy komplex (kémiai szintézissel előállított) műtrágyaként, előállítási módjuknak megfelelően. A

fontosabb összetett műtrágyákat az 1. táblázatban tüntettem fel a százalékban kifejezett hatóanyag-tartalmakkal együtt.

1. táblázat: **Fontosabb összetett műtrágyák** (Forrás: LOCH és KISS, 2010).

Név	Hatóanyag-tartalom
Monoammónium-foszfát	P ₂ O ₅ = 61,7 %; N= 12,2 %
Diammónium-foszfát	P ₂ O ₅ = 53,8 %; N= 21,2 %
Ammónium szuperfoszfát	P ₂ O ₅ = 13-15 % N= 6-7 %
Magnézium-ammónium-foszfát	N= 8 %; P ₂ O ₅ = 40 %; Mg= 14 %
Kálium- nitrát	N= 13 %; K ₂ O= 38 %;

2.3. A SZERVESTRÁGYÁZÁS

FÜLEKY (1999) szerint a szerves trágyákat az alábbi csoportokra lehet osztani: istállótrágya, hígtrágya, trágyalé és egyéb szerves trágyák (baromfitrágya, komposzt, zöldtrágya).

A kísérletem beállítása során istállótrágyát alkalmaztam, így a szerves trágyák közül ezt ismertetem részletesebben.

Az istállótrágya vagy más néven almos trágya a hagyományos állattartás során keletkezett szilárd és híg ürüleből, valamint alomanyagból álló és különböző trágyakezelési módszerekkel előállított szerves trágya. Az istállótrágya makroelemeken kívül mikroelemeket is tartalmaz, mely akár a természetssel elvont mikroelemek jelentős részét is képes pótolni a talajban (BÁLINT, 2006). Fontos azonban kiemelni, hogy a szerves trágyák tápelemtartalma, csak a szerves anyag lebomlásával, vagyis annak ásványosodásával válik hozzáférhetővé, tehát érvényesülésük időben elhúzódó (LOCH és KISS, 2010).

A szerves trágyák használata számos előnnyel jár, melyeket az utóbbi években egyre több tudományos kísérlettel támasztottak alá. A szerves trágyák javítják a talaj kémiai és fizikai tulajdonságait, növelik a koloidtartalmat, pozitívan befolyásolják a talaj kationcserélő kapacitását

és pufferoló képességét, tehát hozzájárulnak a talaj szerkezetének javításához. Szerves trágya alkalmazása élénkíti a talajéletet, így a talaj biológiai tulajdonságaira is kedvezően hat. Mindezek mellett növeli a talaj elemtartalmát és humuszanyagokban is gazdagítja a talajt (LOCH és NOSTICZIUS, 2004).

Az elmúlt évtizedekben azonban az állatállomány jelentős csökkenése (1960 évektől napjainkig körülbelül a felére csökkent) következtében a megtermelt istállótrágya nem képes fedezni a hazai növénytermesztési szükségleteket. Ezért a szántóföldi növények igényének kielégítésére nélkülözhetetlen a műtrágyák alkalmazása (LOCH és KISS, 2010).

2.4. A HAZAI TALAJMŰVELÉS

Hazánk területének körülbelül 50 %-án folyik szántóföldi növénytermesztés, amelynek sikerességét nagymértékben befolyásolja a helyesen megválasztott talajhasználat. A konvencionális, többmenetes művelésre alapozott intenzív talajművelés eredményeképpen a talajaink szerkezete és biológiai állapota is romlott, így a szélsőséges időjárási viszonyokkal szembeni érzékenysége is növekedett. Ennek ismeretében a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak megőrzése és javítása érdekében a megfelelő talajművelési mód megválasztása elengedhetetlen (VÁRALLYAY, 2004).

Talajművelés során az egyik legfontosabb célunk, hogy olyan talajállapotot hozzunk létre, mely a termesztési kívánt kultúra igényeit maximálisan kielégíti, figyelembe véve a talaj szerkezetének és biológiai állapotának védelmét (MAGDA és MARSELEK, 2000).

2.4.1. FORGATÁSOS TALAJMŰVELÉS

Forgatás során a felszínen lévő talajréteg alulra, míg az alsó réteg felülre kerül, mely művelettel a tömörödött, szerkezetileg romlott és elporosodott talajréteget egy jobb minőségű talajréteggel cseréljük ki.

A hagyományos, forgatásos alapművelés egyik legfontosabb eleme a szántás, melynek számos előnye és hátránya van (MOITZI et al 2013). NAGY (2021) szerint a szántás előnye, hogy a forgatással nemcsak a trágyaanyagokat, hanem a szármadaradványokat is bejuttatjuk a talajba.

Emellett hatékony lazító hatása van és növényvédelmi jelentőségét (gyomírtó hatás) is érdemes kiemelni. A szántás legnagyobb hátránya a nagy idő-, költség- és energiaigénye. Továbbá érdemes még hangsúlyozni, hogy a szántás művelőtalp réteg (eketalp réteg) kialakulásához vezethet és emiatt jelentős tömörödés alakulhat ki a talajban. Szántás során figyelembe kell venni a talaj nedvességállapotát is, hiszen nedves talaj esetében nagymértékben megnő a forgatás energiaigénye és a talajszerkezet is károsodik („szalonnás” hantok alakulnak ki), míg száraz körülmények között rögösödést eredményezhet.

2.4.2. FORGATÁS NÉLKÜLI TALAJMŰVELÉS

A forgatás nélküli talajművelés csökkentett menetszámú művelést jelent, melynek során elsősorban a szántást hagyjuk el és különböző gépkapcsolatokat alkalmazunk (BAUEMER, 1990).

A forgatás elhagyása számos előnnyel járhat, kiemelendő először is, hogy a műveleti idő, a költség- és energiaráfordítás is jelentős mértékben csökkenhet. KOVÁCS (2017) szerint figyelembe véve a termőhelyi tulajdonságokat, akár 30-70 %-os megtakarítást is el lehet érni. Fontos továbbá kiemelni a forgatás hiányában a felszínen hagyott tarlómaradványok védő hatását, mely elsősorban a különböző degradációs folyamatokkal (szél- és vízerozió) szemben védi a talajfelszínt.

Ezek mellett azonban, mint a forgatásos művelésnek, a forgatás nélküli változatoknak is vannak negatív hatásai. Megemlíthetjük például, hogy az ilyen műveletek esetében a gyomírtó hatás kevésbé hatékony, illetve a felszínen hagyott szármaradványok is nehezíthetik a további műveleteket, mint pl. a magágykészítést.

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

3.1. A KÍSÉRLETI TERÜLET BEMUTATÁSA

A szabadföldi kisparcellás kísérlet Téglás város mellett családi gazdaságunk területén került beállításra 2021 őszén. Gazdaságunk a 90-es évek eleje óta foglalkozik kertészeti és szántóföldi növénytermesztéssel Hajdú Bihar megye és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye határában.



1.Ábra: Téglás város elhelyezkedése

forrás:Internet4

A kísérlet beállítása előtt a talajmintavételezés szabályait betartva, talajmintát vettem a területről (2021.11.07) 25cm-es mélységben, ami a Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrárműszerközpontjában került elemzésre. A talaj főbb tulajdonságait az 2. táblázatban mutatom be.

2.táblázat: Talajvizsgálati eredmények (Téglás 2021)

MINTANÉV	MINTAÉRTÉK
pH (KCL)	5,96
Arany-féle kötöttségi szám (K_A)	38
Vizben oldható összes só (m/m) %	0,04
Szénsavas mész (m/m) %	< 0,100
Szerves szén (humusz-tartalom) (m/m) %	2,47
Foszfor-pentoxid (mg/kg) (AL-kivonat)	803
Kálium-oxid (mg/kg) (AL-kivonat)	361
Nitrát (mg/kg) (KCl-oldható)	15,4
Nátrium (mg/kg) (AL-kivonat)	87,9
Magnézium (mg/kg) (KCl-kivonat)	236
Kén (mg/kg) (KCl-kivonat)	20,6
Mangán (mg/kg) (EDTA kivonat)	385
Cink (mg/kg) (EDTA kivonat)	4,14
Réz (mg/kg) (EDTA kivonat)	6,76

forrás: Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar

Agrárműszerközpont(2021)

A talajvizsgálati értékekből megállapítható, hogy a kísérleti terület talaja közép-kötött, humuszbangazdag, enyhén savanyú vályogtalaj. A mért adatok alapján a talaj nitrogén- ellátottsága megfelelő, a foszfor-ellátottsága sok, a kálium-ellátottsága pedig az igen jó kategóriába esik.

3.2. A KÍSÉRLET KEZELÉSI TERVE

A kísérletben a kontroll kezelés mellett az istállótrágya és NPK műtrágyák hatásait terveztem vizsgálni és összehasonlítani a napraforgó növekedésére, termésére, a talaj tulajdonságaira. E mellett az eltérő talajművelési módok (szántás, lazítás, minimális művelés) hatásait is vizsgáltam. Ennek megvalósításához 9 parcellát alakítottam ki. Egy-egy parcella mérete 10x5,5 méter volt.

A kísérletben alkalmazott kezeléseket a 3. táblázatban összesítettem.

3. táblázat **A kísérleti parcellák elrendezése, tápanyagutánpótlási módok és adagok**

1.Parcella: Műtrágya KCl (60 kg/ha) Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (200 kg/ha) NH ₄ NO ₃ (86 kg ha)	2.Parcella: Műtrágya KCl (60 kg/ha) Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (200 kg/ha) NH ₄ NO ₃ (86 kg ha)	3.Parcella: Műtrágya KCl (60 kg/ha) Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (200 kg/ha) NH ₄ NO ₃ (86 kg ha)
4.Parcella: Szervestrágya (45t/ha)	5.Parcella: Szervestrágya (45t/ha)	6.Parcella: Szervestrágya (45t/ha)
7.Parcella: Műtrágya 8:24:24 NPK (0,2t/ha)	8.Parcella: Műtrágya 8:24:24 (0,2t/ha)	9.Parcella: Műtrágya 8:24:24 NPK (0,2t/ha)

Forrás: *Saját szerkesztés*

A kontroll kezelésben (7, 8, 9 parcellák) az évek óta a területen szokásosan alkalmazott 8:24:24 NPK komplex műtrágyát szórtam ki vetés előtt.

A 4, 5, 6 parcellákon 2021.11.12-én 45t/ha adagú érett istállótrágyát juttattam a talajba parcellánként 250 kg-ot. A kijuttatott sertéstrágya beltartalmi értékeit a 4. táblázatban mutatom be.

4. táblázat: **Sertéstrágya vizsgálati eredmény**

MINTANÉV	MINTAÉRTÉK
Szárazanyag (m/m)%	36,24
N (m/m)%	0,60
P (mg/kg)	3890
P ₂ O ₅ (mg/kg)	8910
K (mg/kg)	5619
K ₂ O (mg/kg)	6769

forrás: *Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar*
Agrárműszerközpont(2021)

Az 1-3 parcellákon az istállótrágya NPK tartalmával egyenértékű NPK műtrágyát juttattam ki.

A nitrogént 4,3 kg NH₄NO₃-ként, a foszfort 10kg Ca(H₂PO₄)₂ –ként, a káliumot 3kg KCl –ként biztosítottam parcellánként. A műtrágyákat vetés előtt juttattam a talajba.

Az eltérő tápanyagformák vizsgálata mellett három különböző alpművelési mód hatásait is terveztem elemezni. Ennek céljából az 1,4,7 parcellákon lazítást, 2,5,8 parcellákon szántást, a 3, 6, 9 parcellákon tarlóhántást végeztem. A lazítást és a szántást 35cm es mélységben, míg a tarlóhántást 10cm es mélységben. 2021.12.02. Ez utóbbi a művelési módra a továbbiakban művelés nélküli művelés kifejezést fogom használni.

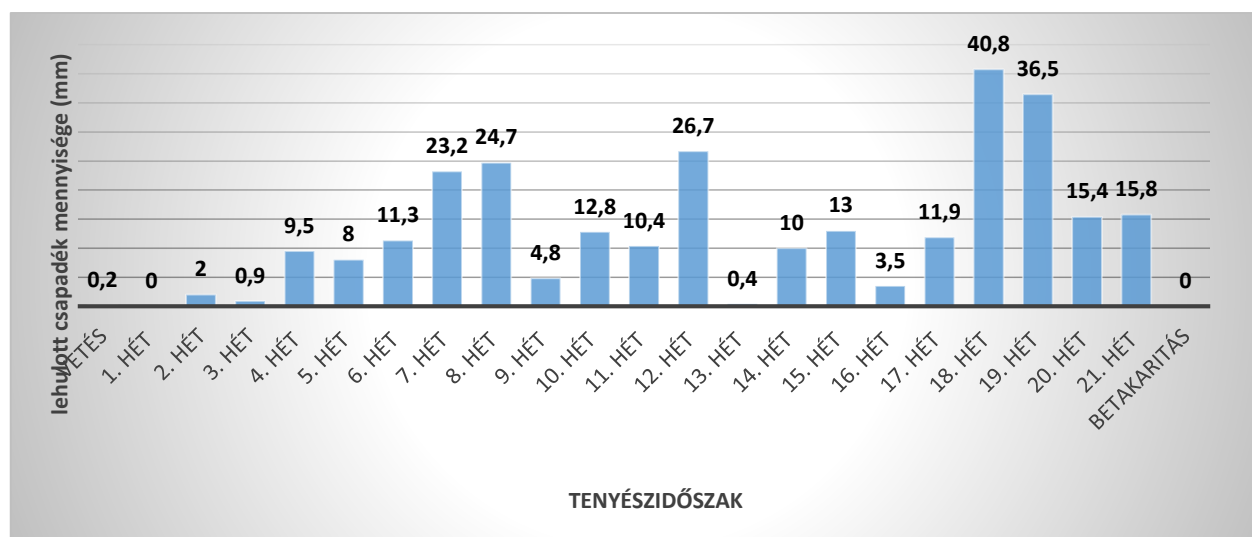
2.ábra Talajművelési módok egyes parcellákban.

1.Parcella Művelet: Lazítás	2.Parcella Művelet: Szántás	3.Parcella Művelet: Tarlóhántás
4.Parcella Művelet: Lazítás	5.Parcella Művelet: Szántás	6.Parcella Művelet: Tarlóhántás
7.Parcella Művelet: Lazítás	8.Parcella Művelet: Szántás	9.Parcella Művelet: Tarlóhántás

Forrás: Saját szerkesztés

A talajművelési műveleteket egy John Deere 6100M erőgéppel végeztem. A napraforgó vetését 2022.05.06-án végeztem. A napraforgó „SY ONESTAR CLP” közép-korai érésű hagyományos olajnapraforgó hibrid volt. A csapadékmennyiség változását a 3. ábra szemlélteti a tenyészidőszak alatt.

3. ábra A csapadék mennyiségi változása a vetéstől a betakarításig



Forrás: Saját szerkesztés

A betakarítást 2022.08.25 én végeztem el. A betakarítás minden parcella esetében 10m^2 -en történt 5 sor szélességben 3,5m hosszan történt. A könnyebb bugázhatóság érdekében 2 napon keresztül egy fóliasátorban szárítottam (4. ábra), majd ezután kézi erővel bugáztam ki.(5.ábra).



4. ábra **Betakarított Buga szárítása.**

forrás: Kurely M. (2022.08.25)



5. ábra **A napraforgó Bugázása.**

forrás: Kurely M. (2022-08.27)

3.3. NÖVÉNYMAGASSÁG ÉS SZÁRVASTAGSÁG MÉRÉSE

A napraforgó 10-levles leveles állapotában (2022.06.12-án) minden parcelláról a középső három sort kiválasztottam és 8 egymás melletti növénynek mértem a magasságát és a szárvastagságát. A szárvastagság mérését tolómérővel a negyedik levél felett mértem, melyet a 6. ábra szemléltet. A növénymagasságot mérőszalaggal a talajfelszíntől a hajtáscsúcsig mértem, melyet a 7. ábra szemléltet



6. ábra Szárvastagság mérése

forrás: Kurely M. (2022.06.12)



7. ábra Növénymagasság mérése

forrás: Kurely M. (2022.06.12)

3.4. NÖVÉNY BELTARTALMI ÉRTÉKEINEK VIZSGÁLATA

A növéymintát a napraforgó 4-6 leveles állapotában és virágzáskor gyűjtöttem, minden parcelláról a középső három sort kiválasztva, 3 ismétlésben. A 4-6 leveles állapotban a növény teljes föld feletti részét (8. ábra), míg virágzáskor növényenként 3 levelet gyűjtöttem 50-60 cm-es magasságban.



8. Ábra Növéymintavétel 4-6 leveles állapotban

forrás: Kurely M (2022.06.01.)

3.4.1. A NÖVÉNYMINTÁK SZÁRAZANYAGTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Meghatároztam a növényminták szárazanyagtartalmát, melyhez a lemért friss mintából, illetve a szárítószekrényben súlyállandóságig 60 C°-on szárított mintából kivontam a tárolásra használt zacskók tömegét és megkaptam a növényi biomasza nedves- és száraztömeget, majd a tömegek különbségéből határoztam meg a szárazanyagtartalmat.

3.4.2. A NÖVÉNYI MINTA BELTARTALMI PARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA

A növényminták foszfor-, kálium-, kalcium-, magnézium- és cinktartalmának meghatározásához a homogenizált növényi mintából 0,1 g-ot mértem be roncsolócsövekbe, majd 5 ml 65 %-os salétromsavat adtam hozzá. A roncsolást CEM MARS 6 típusú mikrohullámú roncsolóval végeztem. A roncsolást követően 25 ml-es mérőlombikokba mostam a mintát és jelre töltés után szűrtem a roncsolatot MUNKTELL 388-as szűrőpapíron keresztül.

A növényi minták Ca-, Mg- és Zn-tartalmának meghatározása VARIAN SPECTRAA 20 PLUS típusú atomabszorpciós spektrofotométerrel, míg a K-tartalom mérése lángemissziós spektrofotometria módszerével történt. A foszfortartalom meghatározásához ammónium-molibdenát-vanadát színeképző reagenst használtunk TAHMM et al. (1968) módszere szerint, mely alapján a növényi minták foszfortartalmát fotometriásan 400 nm-en METERTEK SP-850 típusú spektrofotométeren mértem meg.

3.5. A TALAJPARAMÉTEREK MÉRÉSE

A különböző kezelések parcelláiról a talajmintát a napraforgó virágzásakor gyűjtöttem 0-25 cm-es mélységben. A talajmintát már másnap az Agrokémiai és Talajtani Intézet laborjába szállítottam az analitikai mérések elvégzéséhez. A friss mintákból meghatároztam a talaj nedvességtartalmát.

A laborba szállított talajmintákat kettéosztottam, majd az egyik részét, amelyből a mikrobiológiai paraméterek mérését terveztem, -20 C°-on lefagyasztottam. Ebből mértem az

összes csíraszámot, összes mikroszkopikus gombaszámot, valamint a talaj dehidrogenáz enzim aktivitását és a talaj CO₂ termelő képességét.

A talajminták másik részét, amelyből a kémiai paraméterek mérését terveztem szobahőmérsékleten szárítottam, majd aprítottam és 0,2 mm-es szitán átszitáltam. Ebből mértem a talaj pH(KCl) és pH(H₂O) értékét és a nitráttartalmát.

3.5.1. A TALAJNEDVESSÉG MEGHATÁROZÁSA

A talaj nedvességtartalmának a meghatározását az Agrokémiai és Talajtani intézet laboratóriumában végeztem. A talajmintavételezést virágzáskor 25cm-es mélységben végeztem. A laboratóriumban lemértem az üres szárítóedények tömegét, majd megtöltöttem őket nedves talajjal és azok tömegét is lemértem. Ezután a talajmintát tartalmazó szárítóedényeket szárítószekrényben tömegállandóságig szárítottam. A tömegállandóságig történő szárítás után ismét lemértem a szárítóedény tömegét majd a tömegek különbségéből, meghatároztam a talajnedvességet térfogat százalékban.

3.5.2. A TALAJ KÉMHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A talaj kémhatásának vizsgálatához a virágzáskor vett talajmintát használtam fel. A talajmintát szobahőmérsékleten 4-5 napig szárítottam majd leszitáltam. A leszitált talajmintákból 5-5 grammot analitikai mérlegen lemértem majd 12,5 ml vizet adtam hozzá. Ezután egy digitális pH mérő műszer segítségével mértem meg a talaj vizes kémhatását. A talajminták potenciális savanyúságának meghatározására 12,5ml kálium klorid oldattal szuszpenziót készítettem majd egy digitális pH mérő segítségével megmértem a talaj rejtett savanyúságát.

3.5.3. NITRÁTTARTALOM MÉRÉSE

10 g nedves talajt mértem ki és egy 250 ml-es rázólabikba tettem. 50 ml desztillált vizet mértem hozzá. 1 óra rázatás után a szuszpenzióból 10 ml-t kivettem és azt 6000-es fordulatszámon 8 percig centrifugáltam. A centrifugált szűrletből 10 ml-t automata pipetta segítségével

kristályosító tálba mértem 2 ml Na-szalicilát oldattal (0,5g Na-szalicilát+100ml desztillált víz) együtt. Ezt követően 1 órára 100 C⁰-os vízfürdőn bepároltam, majd bepárlás után szárítószekrénybe helyeztem 1 órára 105 C⁰-on. Szárítás után a mintákat hűlni hagytam, majd működő vegyifülke alatt 2 ml tömény kénsavat adtam hozzá. 10 perc elteltével 15 ml desztillált vizet mértem hozzá, majd 1-2 perc múlva 15 ml Seignette sót (400 g NaOH-t és 60 g C₄H₄O₆KNa-t 1000 ml desztillált vízben oldunk) adtam hozzá. Az oldatot 30 perc elteltével 410 nm-en fotometráltam. A fotometriás méréshez elkészítettem egy standard sort, mellyel a minták nitrát-tartalma meghatározható. A standard sor elkészítéséhez 0,0609 g NaNO₃-t 1000 ml-es mérőlombikba mértem, amit feltöltöttem desztillált vízzel a lombik feléig, majd hozzáadtam 1 ml kloroformot és jelig töltöttem. Ezután ezt az oldatot tízszeresére hígítottam, majd ebből készítettem el a kalibrációs sorozatot úgy, hogy a mintákhoz hasonlóan kristályosítótálba pipettáztam 0, 2, 3, 5, 7, 10 cm³ mennyiségeket, majd ugyan úgy kezeltem őket, mint a mintákat.

3.5.4. A TALAJ CO₂ TERMELEÉSÉNEK MÉRÉSE

A talaj CO₂-termelő képességének meghatározása WITKAMP (1966) módszere alapján történt, melynek során 100 g talajmintát 10 ml 0,1M NaOH jelenlétében 10 napon keresztül szobahőmérsékleten inkubáltam. Az inkubációt követően titrálással (0,1M HCl) határoztam meg a szabadon maradt, majd lekötött NaOH mennyiségét, amiből kiszámoltam a képződött szén-dioxid mennyiségét.

3.6. A TALAJ BIOLÓGIAI AKTIVITÁSÁNAK MÉRÉSE

3.6.1. ÖSSZES CSÍRASZÁM ÉS A MIKROSZKOPIKUS GOMBASZÁM MEGHATÁROZÁSA

A talaj összes csíraszámának és a mikroszkopikus gombaszámának mérése SZEGI (1979) módszere alapján történt, melynek meghatározása során 10 g talajt 90 ml sterilizált vízbe mértem, majd 30 percig rázattam a mintákat. Ezt követően a mintából hígítási sort készítettem. A baktériumszám meghatározásához 10⁵ és 10⁶, a gombaszám esetében 10³ hígítást alkalmaztam (9.

ábra). A leoltáshoz az összes csíraszám esetében húsleves agar, a mikroszkopikus gombák esetében pepton-glükóz agar táptalajt készítettem steril körülmények között (10. ábra). A leoltás után 28 C°-on inkubáltam a mintákat, az összes csíraszám meghatározásához 48 h, a gombaszám esetében 72 órán keresztül. Az inkubációt követően leszámoltam az izolálható telepek számát (11. ábra, 12. ábra) és az értéket beszoroztam a hígítási faktoral.



9. ábra **A hígítási sor elkészítése**

forrás: Kurely M(2022.06.28)



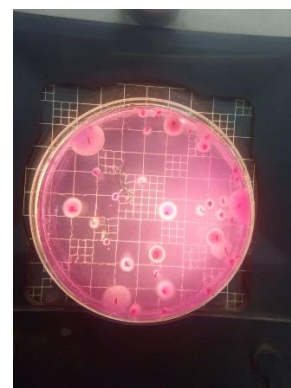
10. ábra **A húslevesagar előkészítése**

forrás: Kurely M(2022.06.28)



10. ábra **Izolálható telepek számolása**

forrás: Kurely M (2022.07.01)



12. ábra **Mikroszkopikus gombatelepek**

Forrás: Kurely M (2022.07.01.)

3.6.2. A TALAJ DEHIDROGENÁZ ENZIMAKTIVITÁSÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A dehidrogenáz enzim aktivitásának mérése MERSI & SCHINNER (1990) módszere szerint INTF (jodo-nitro-tetrazolium-formazán) szubsztráttal történt. Parcellánként 1g légszáraz talajt kémcsőbe kimértem majd hozzáadtam 1,5 ml trisz puffert (250ml-es mérőlombikba 30,28g

hidroximetilaminometánt és 200ml desztillált vizet mértem be majd HCl-oldattal beállítottam az oldat pH-t 7 re.) és 2ml szubsztrát oldatot (0,5g 2-(pyodofenil)-3-(p nitrofenil) 5-fenil tetrazobiumkloridot 100ml-es mérőlombikba tettem és hozzáadtam 2ml NN dimetil formamid oldatot, majd desztillált vízzel jelig töltöttem) adtam hozzá majd 40C⁰-on 2 órát inkubáltam. Inkubáció után 10ml extraháló oldatot adtam hozzá és szobahőmérsékleten sötétben tároltam 1 órán keresztül 20 percenként összerázva. Ezután az oldatot szűrőpapíron kémcsövekbe leszűrtem (13. ábra) és 464 nm-en fotometráltam. A fotometráláshoz elkészítettem egy extinció görbét mellyel a minták INTF tartalma kiszámolható. 10mg indonitrotetrazolikexm formazánt (INTF) 100ml-es mérőlombikba tettem és feloldottam 80ml extraháló oldattal majd jelig töltöttem az oldattal. Ezután az előbb elkészített oldatból kivettem (0, 1, 2, 5,)ml-t és 13,5ml extraháló oldatot adtam hozzá és 464nm-en fotometráltam.



13. ábra **Az elkészített oldatok szűrése**

forrás: Kurely M. (2022.07.05)

3.6.3. ADATFELDOLGOZÁS, AZ ADATOK STATISZTIKAI ÉRTÉKELÉSE

Az adatok rendszerezése és feldolgozása, valamint a táblázatok és diagramok készítése Microsoft Office Excel 2016 programban történt.

Az adatok statisztikai értékeléséhez IBM SPSS v.22 programot használtam. A kísérletben beállított kezelések hatását kétféle variánsanalízissel elemeztem, ahol a két tényező a talajművelés (szántott, lazított, művelés nélküli) és a tápanyagutánpótlási módok (üzemi-kontroll, műtrágya, szerves-trágya) voltak. A talajművelési és tápanyagutánpótlási változatok hatásai közötti különbséget Tukey-féle post-hoc teszttel vizsgáltam 95 %-os szignifikancia szint mellett.

4. A KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Kísérletemben vizsgáltam, hogy talaj-növény rendszerben az eltérő tápanyagutánpótlási módok (műtrágyázás, szerves-trágyázás) mellett a különböző talajművelési változatok, hogyan befolyásolják a napraforgó mennyiségi és minőségi paramétereinek változását, valamint ezek hatására hogyan módosulnak a talaj fizikai, kémiai és mikrobiológiai tulajdonságai.

4.1. A TALAJVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A napraforgó virágzásakor minden parcelláról talajmintát gyűjtöttem és mértem a talaj néhány, a kezelések hatására bekövetkező mikrobiológiai és kémiai tulajdonságainak változásait. Eredményeimet az alábbiakban mutatom be.

4.1.1. A TALAJ NEDVESSÉGTARTALMA

Meghatároztam a talajminták nedvességtartalmát, az eredményeket az 5. táblázatban mutatom be.

5. táblázat: **A talaj nedvességtartalma (v/v%)**

	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
Kontroll (Üzemi)	14,30	14,73	11,55	13,53a
Szervestrágya	14,57	13,76	11,67	13,33a
NPK műtrágya	11,63	13,77	14,45	13,28a
Átlag (művelés szerint)	13,50AB	14,09B	12,55A	

Forrás: Saját szerkesztés

A 5. táblázat értékei alapján megállapítható, hogy a tápanyagutánpótlási formák nem voltak szignifikáns hatással a talaj virágzáskor mért nedvességtartalmára. A kísérletben alkalmazott három talajművelési mód esetében szignifikáns hatást csak a lazított és a művelés nélküli kezelés esetében figyeltünk meg. A legnagyobb talajnedvességet a lazított művelésű parcellában mértem.

A korábbi évek intenzív művelésének köszönhetően a talaj tömörödöttsége miatt, a talaj víztartó képessége lecsökkent. A lazított parcellák esetében a lazító kés által hagyott nyom csatornaként funkcionált, mivel a lazítást ott végeztük ahová a növény a későbbiekben elvetésre került, a sorközök talajszerkezetét nem bolygattuk.

4.1.2. A TALAJ KÉMHA TÁSA (pH_{H2O})

6. táblázat **A talaj kémhatása**

Kémhatás	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
Kémhatás (H₂O)				
Kontroll (Üzemi)	6,30	6,22	6,70	6,41a
Szervestrágya	6,20	6,14	6,49	6,27a
NPK műtrágya	6,37	6,15	6,40	6,3a
Átlag (művelés szerint)	6,28A	6,16A	6,53B	
Kémhatás (KCl)				
Kontroll (Üzemi)	5,16	4,83	5,62	5,21a
Szervestrágya	5,24	4,89	5,40	5,17a
NPK műtrágya	5,40	5,05	5,46	5,3b
Átlag (művelés szerint)	5,25B	4,93A	5,5C	

forrás: Saját szerkesztés

A táblázatból leolvasható, és statisztikailag is igazolható, hogy az eltérő tápanyagutánpótlási formák a talaj vizes és kálium-kloridos oldatának kémhatását sem befolyásolták virágzáskor.

Az eltérő talajművelésű parcellákon azonban kis mértékben eltért a talaj pH értéke. Ennek elsősorban a talajheterogenitás lehet az oka.

4.1.3. A TALAJBÓL FEJLŐDŐ CO₂ ÉRTÉKE

Az eltérő kezelésű parcellákról talajmintát gyűjtöttem és a talaj CO₂ termelő képességét laboratóriumban, 10 napos, állandó hőmérsékleten történő inkubációt követően határoztam meg. A kapott mérési eredményeket a 7. táblázat szemlélteti.

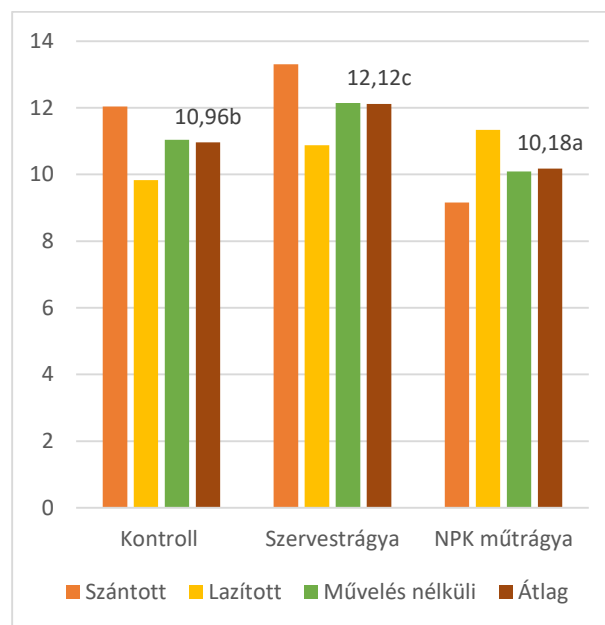
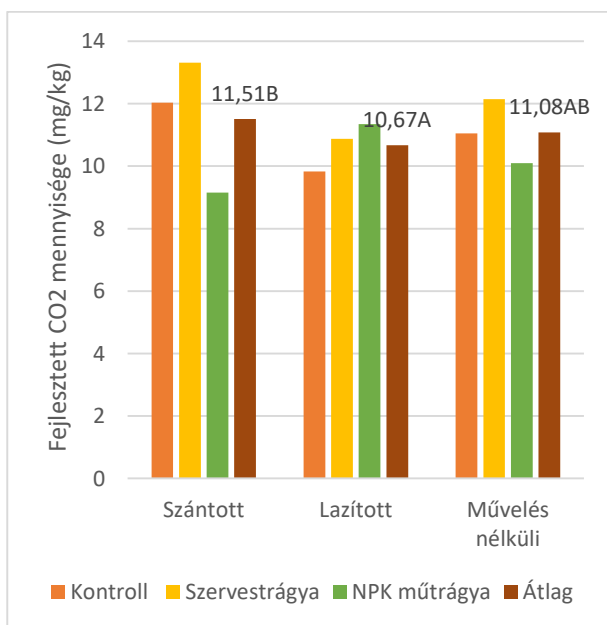
7. táblázat: A talajból fejlődő CO₂ mennyisége

CO ₂ mg/100g/10 nap	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
Kontroll (Üzemi)	12,04	9,83	11,05	10,96^b
Szervestrágya	13,31	10,88	12,15	12,12^c
NPK műtrágya	9,16	11,34	10,09	10,18^a
Átlag (művelés szerint)	11,51^B	10,67^A	11,08^{AB}	

forrás: Saját szerkesztés

A talaj légzése, vagyis a talaj szén-dioxid termelő képessége igen fontos indikátora a talaj mikrobiális aktivitásának. Figyelembe véve az egyes tápanyautánpótlási módokat, megállapítható, hogy a legintenzívebb CO₂-termelést a szerves trágyával kezelt parcellákon mértük, tehát a talaj mikrobiális aktivitása ezen a területen volt a legnagyobb. A műtrágyával kezelt parcellákon (üzemi, NPK műtrágya) a talaj CO₂-termelése 1,2-2 mg értékekkel szignifikánsan kisebb volt, így elmondható, hogy a műtrágyázás negatív hatással volt erre a paraméterre.

A különböző talajművelési változatokat vizsgálva megállapítható, hogy szignifikáns különbséget csak a szántott és lazított talajművelési módok között találtunk és a szántott művelés esetén mértünk nagyobb értéket.



14. ábra: **A fejlesztett CO₂ mennyisége a talajművelés függvényében**

forrás: Saját szerkesztés

15. ábra: **A fejlesztett CO₂ mennyisége a tápanyagutánpótlás függvényében**

forrás: Saját szerkesztés

4.1.4. A TALAJ NITRÁTTARTALMA

A 8. táblázatban a talaj virágzáskor mért NO₃⁻ -tartalmát mutatom be. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a különböző tápanyagutánpótlási formák és az eltérő talajművelési változatok is szignifikáns hatással voltak a talaj nitrát-tartalmának alakulására.

Elemmezve a tápanyagutánpótlási formák hatását elmondható, hogy a szerves trágyával kezelt parcellákon mért nitrát-tartalom statisztikailag igazolható módon kisebb volt, mint a műtrágyával kezelt parcellák értékei. Ez azzal magyarázható, hogy a szerves trágyában lévő nitrogén jelentős része a napraforgó virágzásakor mért időpontban még valószínűleg szerves formában volt jelen.

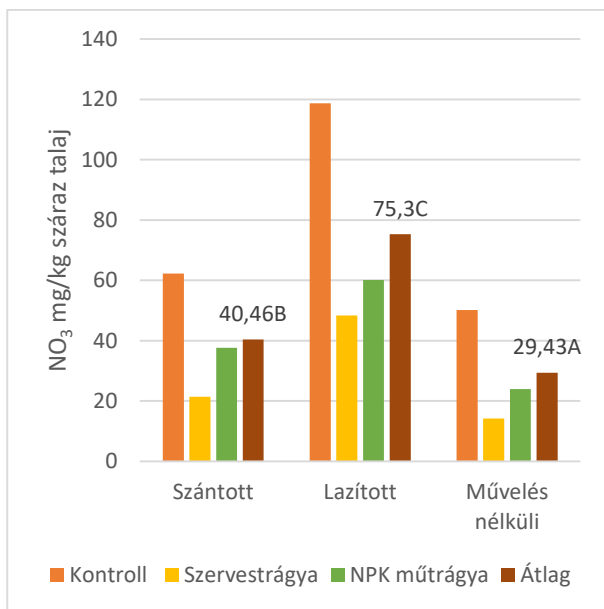
A talajművelési módokat vizsgálva megállapítottuk, hogy a legkisebb nitrát-tartalmat a művelés nélküli parcellákon, míg a legnagyobb értéket a lazított parcellákon mértünk. Ez a jelenség igazolja a lazítókések által kialakított „csatorna” hatást.

Fontos azonban kiemelni, hogy a talaj nitrát-tartalma rendkívül változékony, ezért ezek az eredmények a talaj csak egy pillanatnyi állapotát tükrözik.

8. táblázat: **A talaj nitráttartalma**

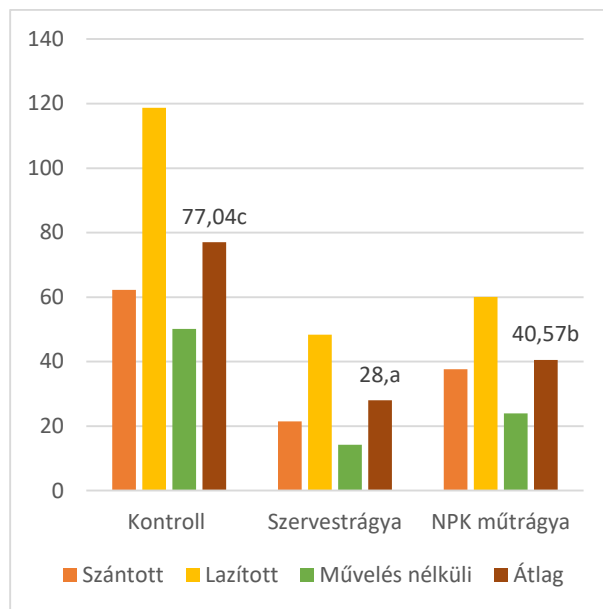
NO ₃ ⁻ mg/kg	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
Kontroll (Üzemi)	62,30	78,70	50,13	63,71^b
Szervestrágya	21,44	48,37	14,20	28,00^a
NPK műtrágya	37,64	60,11	23,98	40,57^b
Átlag (művelés szerint)	40,46^B	62,39^C	29,43^A	

forrás: Saját szerkesztés



16. ábra: A talaj nitráttartalma a talajművelés függvényében

forrás: Saját szerkesztés



17. ábra: A talaj nitráttartalma a tápanyagutánpótlás függvényében

forrás: Saját szerkesztés

4.2. A TALAJ BIOLÓGIAI VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A talaj fizikai és kémiai paramétereinek vizsgálata mellett vizsgáltam a talaj néhány mikrobiológia tulajdonságát is, melyek közül elsőként a talaj dehidrogenáz enzim aktivitását mutatom be (9. táblázat).

4.2.1. A TALAJ DEHIDROGENÁZ ENZIMAKTIVITÁSA

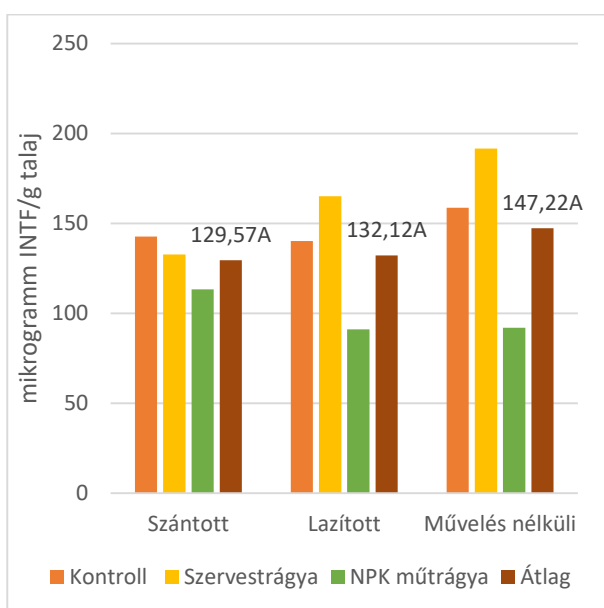
9. táblázat A talaj dehidrogenáz enzimaktivitása

Dehidrogenáz enzimaktivitás INTF µg/g/2h	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
Kontroll (Üzemi)	142,76	140,25	158,67	147,22b
Szervestrágya	132,63	165,08	191,68	163,12b
NPK műtrágya	113,34	91,06	92,02	98,8a
Átlag (művelés szerint)	129,6A	132,2A	147,2A	

forrás: Saját szerkesztés

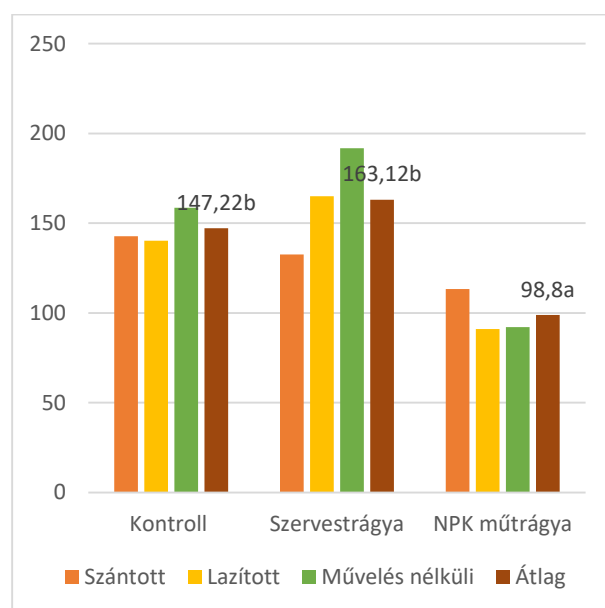
A dehidrogenáz enzimek csak az élő sejteken belül aktívak, ezért ez a paraméter csak a talaj élő mikrobiális aktivitását jellemzi (FILIP, 2002).

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a különböző talajművelési módok a talaj dehidrogenáz enzim aktivitását szignifikáns mértékben nem módosították. A tápanyagutánpótlási változatok esetében azonban az NPK műtrágya kezelés hatására az enzimaktivitás mértéke szignifikáns mértékben csökkent a kontroll (üzemi) és a szerves trágyával kezelt parcellákon. Legnagyobb dehidrogenáz enzim aktivitást a szerves trágyával kezelt parcellán mértünk.



18. ábra: A talaj Dehidrogenáz enzim aktivitása a talajművelés függvényében

forrás: Saját szerkesztés



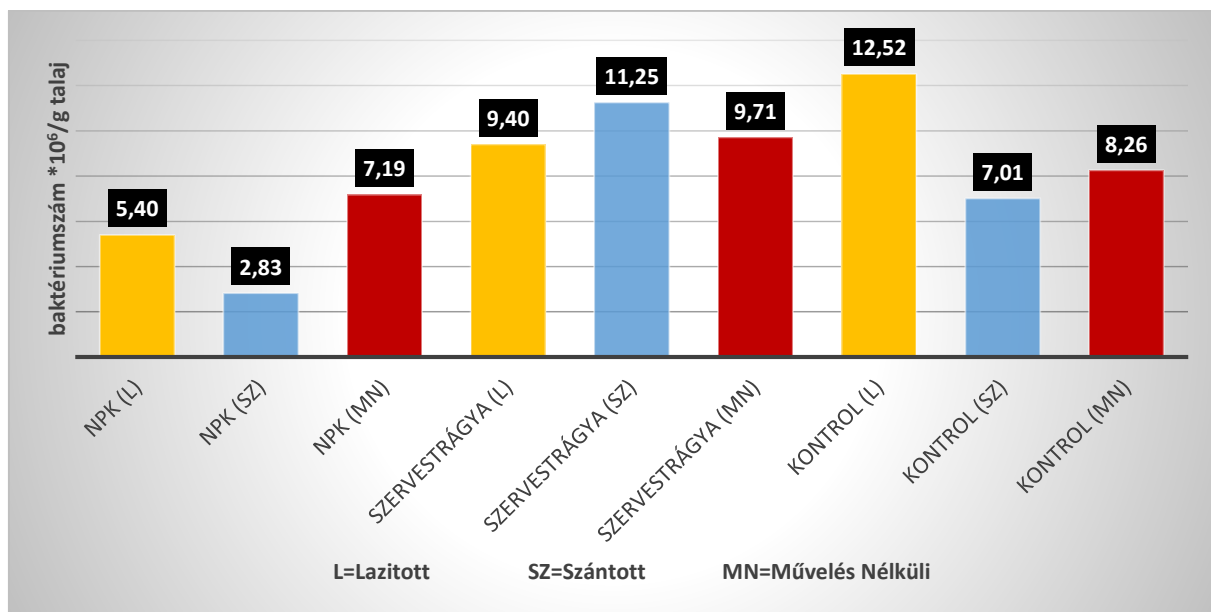
19. ábra: A talaj dehidrogenáz enzim aktivitása a tápanyagutánpótlás függvényében

forrás: Saját szerkesztés

4.2.2. A TALAJ ÖSSZES CSÍRASZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA

A napraforgó virágzásakor mértem a talaj összes csíraszámának a változását a különböző tápanyagutánpótlási és talajművelési kezelések hatására, melynek eredménye a 20. ábrán látható.

20. ábra A talaj összes csíraszámának változása



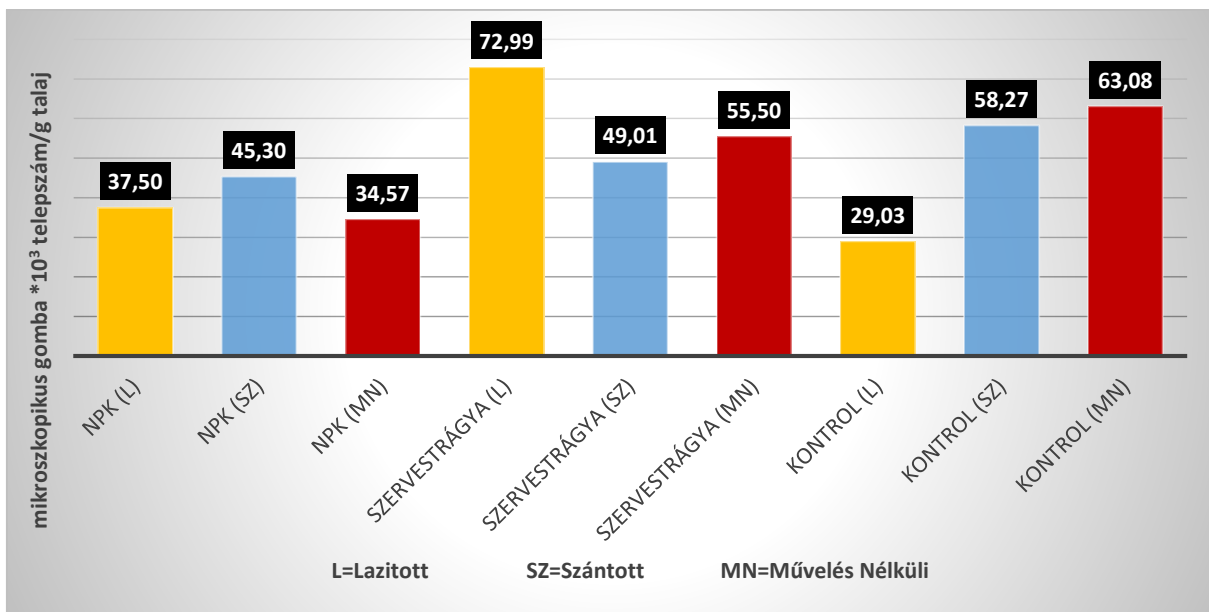
forrás: Saját szerkesztés

Az összes csíraszám értékei a talajművelési kezelések hatására heterogén képet mutatnak, azonban az a diagramról leolvasható, ha a tápanyagutánpótlási módokat vizsgáljuk, hogy a szervestrágya hatóanyagtartalmával azonos hatóanyagtartalmú műtrágyával kezelt parcellák összes csíraszama ~~jelentősen~~ (nincs statisztika ezért ezt nem írhatjuk) jellemzően kisebb. A szervestrágyával kezelt parcellák szemmel láthatóan kedvezőbb feltételeket biztosítanak a talajban lévő biológiai élet számára, míg a nagymennyiségű műtrágyával kezelt parcellák talajsavanyító hatásuknak köszönhetően épp ellenkezőleg.

4.2.3. A TALAJ ÖSSZES MIKROSZKOPIKUS GOMBA SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA

A talaj összes csíraszámának vizsgálata mellett az elemzés kiterjedt a talaj összes mikroszkopikus gomba számának meghatározására is, melynek változásait a 21. ábra szemlélteti. Hasonló tendencia figyelhető meg, mint a csíraszám változásának vizsgálatakor. Ebben az esetben sem tudtam egyértelmű különbséget kimutatni a talajművelési változatok hatásai között, viszont megfigyelhető, hogy a szerves trágyával kezelt parcellákon mért mikroszkopikus gomba szám átlagosan nagyobb volt, mint a műtrágyával kezelt parcellákon kapott értékek.

21. ábra A talaj összes mikroszkopikus gomba számának változása



Forrás: Saját szerkesztés

4.3. NÖVÉNYVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A kísérletben a talajvizsgálati paraméterek mellett elemeztem a növény mennyiségi és minőségi paramétereinek változását is.

4.3.1. A 10 LEVELES NAPRAFORGÓ MAGASSÁGA

A növények magasságát a napraforgó 10 leveles állapotában mértem. Eredményeimet a 10. táblázatban mutatom be.

10. Táblázat: A napraforgó magassága a kezelések függvényében

Magasság (cm)	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
Kontroll (Üzemi)	43,79	32,54	42,38	39,60a
Szervestrágya	43,83	40,96	40,54	41,78a
NPK műtrágya	41,96	37,71	32,17	37,27a
Átlag (művelés szerint)	43,21B	37,07A	38,37A	

forrás: Saját szerkesztés

Eredményeim alapján elmondható, hogy a különböző tápanyagutánpótlással kezelt parcellákon szignifikáns magasságbeli eltérés nem tapasztalható.

A különböző talajművelési módok esetén statisztikailag is igazolható különbséget figyeltem meg. A szántott parcellák esetében a napraforgó magasságadatai a többi parcellához képest 4-5 cm-es eltérést mutatnak, ami arra utal, hogy a szántással, a növény számára kedvezőbb talajállapotot sikerült kialakítani.

4.3.2. A 10 LEVELES NAPRAFORGÓ SZÁRVASTAGSÁGA

A napraforgó szárvastagságát 10 leveles állapotban mértem. Eredményeimet a 11. táblázatban mutatom be.

11. táblázat: **A napraforgó szárvastagsága**

Szárvastagság (mm)	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
Kontroll (Üzemi)	16,21	13,25	13,46	14,32a
Szervestrágya	15,63	14,04	14,83	14,84a
NPK műtrágya	15,54	13,83	14,21	14,54a
Átlag (művelés szerint)	15,80B	13,71A	14,2AB	

forrás: Saját szerkesztés

Elemezve a kezelések hatását a napraforgó szárvastagságára megállapíthatjuk, hogy a különböző tápanyagutánpótlással kezelt parcellák értékei között nincs szignifikáns különbség. A különböző talajművelési módok esetén azonban statisztikailag is igazolható az eltérés. A szántott parcellák esetében a napraforgó szárvastagsága nagyobb a többi parcella értékéhez képest, ami szintén igazolja, hogy a szántással, a növény számára kedvezőbb talajállapotot alakult ki.

4.3.3. A NAPRAFORGÓ TÁPELEMTARTALMA 4 LEVELES ÁLLAPOTBAN ÉS VIRÁGZÁSKOR

A napraforgó beltartalmi paramétereink vizsgálata során meghatároztuk a 4 leveles és a virágzáskori növény foszfor-, kálium-, kalcium-, magnézium-, mangán- és cinktartalmát.

4.3.3.1.A NAPRAFORGÓ KÁLIUMTARTALMA

Az 12. táblázatban a napraforgó levelek káliumtartalmának változásait mutatom be a különböző tápanyagkijuttatási formák és a talajművelés függvényében.

A napraforgó 4 leveles állapotában a K-tartalom 5,55-7,45 % között változott, mely értékeket a különböző tápanyagutánpótlási módok és az eltérő talajművelési változatok is szignifikáns mértékben befolyásolták. A tápanyagutánpótlási kezelések átlagait figyelembe véve látható, hogy legkisebb K-tartalmat (6,59 %) az NPK műtrágyával kezelt parcellákon mértem, melyhez képest a szerves trágyával kezelt parcellákon mért K-tartalom szignifikánsan nagyobbá vált (7,03 %). Ez azzal magyarázható, hogy a kijutatott műtrágya savanyító hatása gátolhatja a növény K-felvételét.

A napraforgó virágzásakor mért K-tartalom csökkent az előző időszakban mért értékekhez képest, átlagosan 4,30-6,25 % között változott. Elemezve a tápanyagutánpótlási módok hatását megfigyelhető, hogy a legkisebb értékeket a szerves trágyával és NPK műtrágyával kezelt parcellákon mértem, melyhez viszonyítva a kontroll (üzemi) parcellában szignifikánsan nagyobb K-tartalom volt mérhető. A talajművelési változatok hatását elemezve látható, hogy a lazított és a művelés nélküli kezelés értékei között nincs különbség, azonban a szántott parcellán szignifikánsan kisebb K-tartalmat mértünk, mely az ezen a parcellán mért nagyobb termés miatt bekövetkező tápelemhígulással magyarázható.

12. táblázat: **A napraforgó levelek káliumtartalma**

Káliumtartalom (%)	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
4 Leveles állapotban				
Kontroll (Üzemi)	6,83	5,83	7,54	6,73^{ab}
Szervestrágya	7,44	7,34	6,33	7,03^b
NPK műtrágya	6,78	5,55	7,45	6,59^a
Átlag (művelés szerint)	7,01^B	6,24^A	7,10^B	
Virágzásakor				
Kontroll (Üzemi)	4,30	6,25	5,88	5,47^b
Szervestrágya	5,14	4,47	5,35	4,98^a
NPK műtrágya	4,38	5,31	5,21	4,96^a
Átlag (művelés szerint)	4,60^A	5,34^B	5,48^B	

forrás: Saját szerkesztés

4.3.4. A NAPRAFORGÓ FOSZFORTARTALMA

A 13. táblázatban a napraforgó 4 leveles és virágzás kori állapotában mért foszfortartalom változásait mutatom be a különböző tápanyagkijuttatási formák és a talajművelés függvényében.

A napraforgó 4 leveles állapotában mért P-tartalom 0,54-0,67 % között alakult és látható, hogy értékét a különböző tápanyagutánpótlási változatok nem módosították. A művelési módok vizsgálata során megfigyelhető, hogy szignifikáns különbség a lazított és művelés nélküli parcellán mért P-tartalomban mutatkozott. Legnagyobb P-tartalom a művelés nélküli változatban volt mérhető.

A napraforgó virágzásakor a K-tartalomhoz hasonlóan, a P-tartalom is csökkent az idő előrehaladtával és értéke 0,30-0,44 % között változott. A virágzás kori P-tartalmat a tápanyagutánpótlási változatok továbbra sem módosították. A talajművelési módokat vizsgálva látható, hogy a szántott és a művelés nélküli változatokban volt nagyobb a P-tartalom, melyhez képest a lazított kezelésben szignifikánsan kisebb értéket mértem.

13. táblázat: **A napraforgó levelek foszfortartalma**

Foszfortartalom (%)	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
4-Leveles állapotban				
Kontroll (Üzemi)	0,56	0,55	0,66	0,59a
Szervestrágya	0,63	0,54	0,65	0,6a
NPK műtrágya	0,59	0,61	0,67	0,62a
Átlag (művelés szerint)	0,59AB	0,56A	0,66B	
Virágzásakor				
Kontroll (Üzemi)	0,39	0,36	0,37	0,37a
Szervestrágya	0,41	0,30	0,44	0,38a
NPK műtrágya	0,40	0,35	0,44	0,39a
Átlag (művelés szerint)	0,39B	0,33A	0,41B	

forrás: Saját szerkesztés

4.3.5. A NAPRAFORGÓ CINKTARTALMA

A 14. táblázatban a napraforgó 4 leveles és virágzáskor mért cinktartalmának változásait szemléltem a különböző tápanyagkijuttatási formák és a talajművelés függvényében.

A napraforgó 4 leveles állapotában mért Zn-tartalom 49,46-62,29 mg/kg értékek között alakult és a többi tápelemhez hasonlóan értéke az idő előrehaladtával szintén csökkenő tendenciát mutatott. A virágzáskor mért levelek Zn-tartalma 30,57-45,01 mg/kg között volt jellemző.

14. táblázat: **A napraforgó elemek cinktartalma**

Cinktartalom (mg/kg)	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
4-Leveles állapotban				
Kontroll (Üzemi)	54,69	50,24	49,46	51,56a
Szervestrágya	62,29	54,87	53,95	57,03b
NPK műtrágya	59,38	59,66	51,62	58,88b
Átlag (művelés szerint)	58,78C	54,92B	51,67A	
Virágzáskor				
Kontroll (Üzemi)	43,46	33,27	30,97	35,90b
Szervestrágya	40,52	45,01	33,92	39,81c
NPK műtrágya	37,91	32,38	30,57	33,62a
Átlag (művelés szerint)	40,63C	36,88B	31,82A	

forrás: Saját szerkesztés

A 14. táblázatban bemutatott adatok statisztikailag igazolják, hogy a tápanyagutánpótlás és a talajművelés is befolyásolta a növény által felvett cink mennyiségét a 4 leveles és a virágzáskori állapotban egyaránt.

Mindkét időpontban megfigyelhető, hogy a legkisebb Zn-tartalom a művelés nélküli parcellákon volt mérhető, melyhez képest a lazított változatban mért értékek jelentősen nagyobbá váltak és legnagyobb értéket a szántott területeken kaptam.

A napraforgó kezdeti fejlődésekor a kontrollhoz képest a szervestrágya hatóanyagtartalmával azonos hatóanyagtartalmú műtrágyával kezelt parcellákon a napraforgó cinkfelvétele nagyobb volt, mivel a talaj savanyúsága javíthatta a cink oldhatóságát, így felvehetőségét is. Virágzáskor mérve azonban szignifikáns különbség mutatkozott a szerves trágyával és az NPK műtrágyával

kezelt parcellák Zn-tartalmában. A jelentős különbséget a szerves trágya Zn-tartalma eredményezhette.

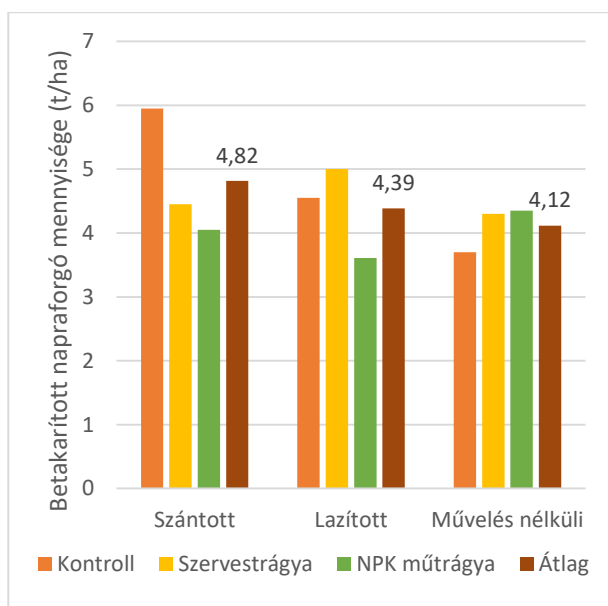
4.4. A KÍSÉRLET HOZAMADATAI

A 15. táblázatban és a 22. 23. ábrákon a napraforgó hozamadatait mutatom be, a talajművelés és a különböző tápanyagkijuttatási formák függvényében. A napraforgó termése a különböző kezelések hatására 3,61-5,95 t/ha értékek között alakult.

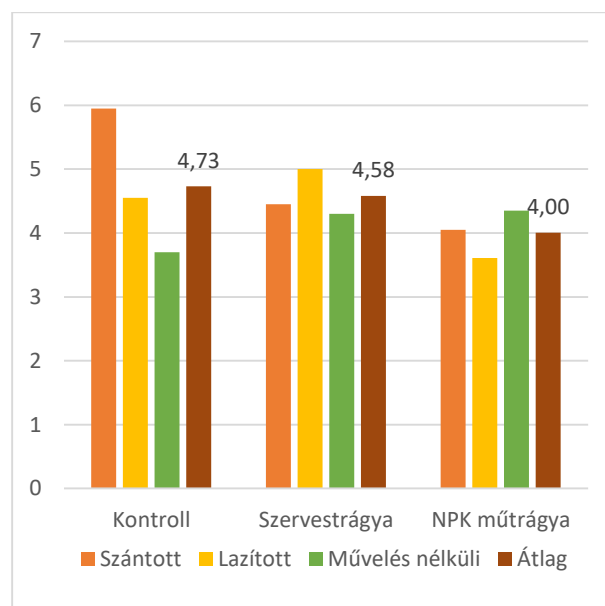
15. táblázat: **A napraforgó hozamadatai**

Hozam (t/ha)	Szántott	Lazított	Művelés nélküli	Átlag (tápanyagforma szerint)
Kontroll (Üzemi)	5,95	4,55	3,70	4,73
Szervestrágya	4,45	5,00	4,30	4,58
NPK műtrágya	4,05	3,61	4,35	4,00
Átlag (művelés szerint)	4,82	4,39	4,12	

forrás: Saját szerkesztés



22. ábra **A betakarított napraforgó mennyisége a talajművelés függvényében**



23. ábra **A betakarított Napraforgó mennyisége a tápanyagutánpótlás függvényében**

forrás: Saját szerkesztés

forrás: Saját szerkesztés

Az eredmények alapján megállapítottam, hogy a talajművelési és a tápanyagutánpótlási módok tendenciális mértékben befolyásolták a terméseredményeket. A talajművelési változatokat vizsgálva elmondható, hogy a legnagyobb termésmennyiséget a szántott művelés esetén kaptam, ehhez viszonyítva a talajkímélő művelési változatok kisebb termést eredményeztek. A tápanyagutánpótlási módokat figyelembe véve látható, hogy legnagyobb termés a kontroll parcellán mutatkozott, melyhez képest a szerves trágyával kezelt parcellán kisebb értéket mértem és legkisebb termésmennyiséget az NPK műtrágyával kezelt parcellán kaptam. Ennek oka lehet, hogy a rendkívül aszályos év következtében a kijutatott műtrágya nem tudott megfelelően érvényesülni.

4.5. KÖVETKEZTETÉS

A megfelelő talajművelés és tápanyagutánpótlás kiválasztásával nem csak a betakarított termés mennyiségét, de a kedvezőtlen időjárási viszonyok általi stresszt is tudjuk mérsékelni. Célom annak bizonyítása volt, hogy a hagyományos talajművelés (szántás) és tápanyagutánpótlási módszerek mellett a talajkímélő művelési-, (lazítás, minimális művelés) és különböző tápanyagutánpótlási módszerek (szerves trágyázás) versenyképesek és fenntarthatók. A kísérlet körülményei igen szélsőségesnek mondhatók, hiszen az idei év az elmúlt évek egyik legaszályosabb évének mondható, mely az általam mért csapadéki és talajnedvességi adatokból is jól kivehető.

Az idei évben gyűjtött eredményekből egyértelműen megállapítható a szerves trágya jótékony hatása a talajra és az abban megtalálható biológiai életre. A talaj biológiai vizsgálatai során jól látható a szerves trágya pozitív hatása.

A kísérlet első évében a talajművelések hatása közötti különbséget a talajállapot heterogenitása miatt nem lehet megmondani egyértelműen. Ennek érdekében-e szabadföldi kisparcellás kísérlet jelenlegi beállításai között folytatásra kerül az elkövetkezendő években is.

ÖSSZEFOGLALÁS

Célom annak bizonyítása volt, hogy a hagyományos talajművelés (szántás) és tápanyagutánpótlási módszerek mellett a talajkímélő művelési-, (lazítás, minimális művelés) és különböző tápanyagutánpótlási módszerek (szervestrágyázás) versenyképesek és fenntarthatók. A talajművelés hatásai néhány esetben már érzékelhetőek voltak azonban a talaj heterogenitása miatt lényeges következtetéseket, a későbbi vizsgálatok során lehet majd levonni. A tápanyagutánpótlás tekintetében sem lehet végleges következtetéseket levonni, mivel az alacsony csapadékmennyiség miatt sem a műtrágyák, sem pedig a szervestrágya nem tudta teljesen kifejteni hatását.

A kísérlet során olyan talaj és növényparaméterek kerültek vizsgálatra melyek a legjobban reprezentálják a növényben és a talajban lejátszódó biológiai és kémiai folyamatokat. A virágzáskor vételezett talajmintákból megvizsgáltam a talaj nedvességtartalmát, kémhatását, nitráttartalmát, CO₂ fejlesztő képességét, valamint dehidrogenáz enzim aktivitását és összcsira összgombaszámát. Egyértelműen látszik, hogy a szervestrágya használata pozitív hatással van a talajéletre. Mivel a kísérletben legfőképpen a hosszútávú hatását vizsgáljuk mind a talajművelés mind a tápanyagutánpótlás tekintetében a kísérlet eredményei az elkövetkezendő évek vizsgálatai is befolyásolják.

IRODALOMJEGYZÉK

1. TAHMM, F., KRÁMER, M., SARKADI, J. 1968. Növények és trágyaanyagok foszfortartalmának meghatározása ammónium-molibdovanadátos módszerrel. *Agrokémia és Talajtan*, 17: 145-156.
2. EGNÉR, H., RIEHM, H., DOMINGO, W. R. 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Gmndlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann.* 26: 199-215.
3. BUZÁS, I. (szerk.) 1988. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. A talajok fizikai-kémiai és kémiai vizsgálati módszerei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
4. WITKAMP, M. 1966. Decomposition of leaf litter in relation to environment microflora and microbial respiration. *Ecology*. 47: 194–201.
5. SZEGI, J. 1979. Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
6. MERSI, W., SCHINNER, F. 1990. An improved and accurate method for determining the dehydrogenase activity of soils with iodonitrotetrazolium chloride. *Biology and Fertility of Soils*, 11 (3): 216–220.
7. IZSÁKI, Z., LÁZÁR, L. 2004. Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
8. RADICS, L. 2003. Szántóföldi növénytermesztés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 259.
9. ANTAL, J. 2005. Növénytermesztéstan 2. Gyökér és növények, hüvelyesek, olaj és ipari növények, takarmánynövények. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 595.
10. PEPÓ, P. 2014. Interaktív hatások a napraforgó termesztési modellekben. *Agrofórum extra*. 54. 20-30.
11. PEPÓ, P. 2015. A hatékony trágyázás tényezői a napraforgó-termesztésben. *Agrofórum extra*. 59. 31-35.
12. ROMHÁNY, L., VÁGVÖLGYI, S., NAGYNÉ KUTNI, R. 2000. Az étkezési napraforgó nemesítése az élelmiszerbiztonság szolgálatában. In: XVI. Növény-nemesítési Tudományos Napok: Magyar Tudományos Akadémia Székháza, Budapest, 2010. március 11.: összefoglalók.

- Szerk.: Veisz Ottó, MTA Agrártudományok Osztályának Növénynevelési Bizottsága, Budapest, 121.
13. LOCH, J., KISS, SZ. 2010. Agrokémia, Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 105-185.
 14. SÁRDI, K. 2011. Tápanyag-gazdálkodás jegyzet, Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése, TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt.
 15. FÜLEKY, GY. 1999. Tápanyaggazdálkodás, Mezőgazda kiadó, Budapest, 61-63.
 16. LOCH, J., NOSTICZIUS, Á. 2004. Agrokémia és növényvédelmi kémia, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
 17. BÁLINT, J. 2006. Ökológiai gazdálkodás a felsőfokú szakképzés hallgatói számára, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
 18. VÁRALLYAY, GY. 2004. A talaj vízgazdálkodásának agroökológiai vonatkozásai. AGRO-21 Füzetek. 37. 50–70.
 19. MAGDA, S., MARSELEK, S. 2000. Növénytermesztés, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
 20. MOITZI, G, SZALAY, T, SCHÜLLER, M, WAGENTRISTL, H, REFENNER, K, WEINGARTMANN, H, LIEBHARD, P, BOXBERGER, J, GRONAUER, A. 2013. Effects of tillage systems and mechanization on work time, fuel and energy consumption for cereal cropping in Austria. Agric. Eng Int. CIGR. E. J., 15(4):94e101.
 21. NAGY, J. 2021. Kukorica. A nemzet aranya - Élelmiszer, takarmány, bioenergia, Szaktudás Kiadó, Budapest, 516.
 22. BAUEMER, K. 1990. Probleme bei der Gestaltung der landwirtschaftlichen Pflanzenerzeugung. In JIERCKS, R. und HEITFUSS, R. (Hrsg.), Integrierter Landbau, Verlagsunion.
 23. KOVÁCS, SZ. 2017. Elterő talajművelési változatok hatása a kukorica gyomvegetációra, PhD értekezés, Debreceni Egyetem, Kerpely Kálmán Doktori Iskola, 35-43.
 24. PARSONS, J. W., TINSLEY, J. 1975. Nitrogenous substances. In Soil Components Vol. I (J. E. Gieseking, Ed.), Springer-Verlag, Berlin and New York. 263-304.
 25. FILIP, Z. 2002. International approach to assessing soil quality by ecologically-related biological parameters. Agr. Ecosyst. Environ. 88. 169–174.

INTERNETES FORRÁSOK:

Internet1: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0078.html

Internet 2: https://agroforum.hu/assets/uploads/woocommerce_uploads/2022/01/2022-01_EX93_OLAJ_TOTAL-c2auzs.pdf

Internet 3: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0041.html

Internet 4: <https://www.google.com/maps>