

SZAKDOLGOZAT

**Sinka Jázmin Judit
mezőgazdasági fsz.**

Keszthely

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Georgikon Campus
Mezőgazdasági Szak

**A TÁPANYAGELLÁTÁS KÜLÖNBÖZŐ FORMÁINAK
HATÁSA A TALAJTERMÉKENYSÉGRE ÉS A TERMÉS
MENNYISÉGÉRE**

Belső konzulens:	Dr. Tóth Zoltán egyetemi docens
Készítette:	Sinka Jázmin Judit QB5GBU mezőgazdasági fsz. nappali
Intézet/Tanszék:	Növénytermesztési- Tudományok Agronómia tanszék

Készthely
2023

Tartalom

I.	Bevezetés	4
II.	Célkitűzés	4
III.	Irodalmi áttekintés	4
III.1	A talaj tápanyagai, szükséglete.....	5
III.1.1	Tápanyagutánpótlás formái.....	6
III.2	A műtrágyázás története, kialakulása	9
III.2.1	Miért van szükség műtrágyára?	10
III.3	A talaj humuszrétegének fontossága.....	11
III.3.1	Humusz mint a talaj termékenység kulcsfontosságú összetevője.....	12
III.3.2	A humusz szerepe a talaj védelmében	15
III.3.3	A humusz hatása a talaj védelmére	17
III.3.4	A talajok humuszmenyiség csökkenésének okai, jelenlegi állapotának fenntartása kímélő gazdálkodással	18
III.4	A zöldtrágya	19
III.4.1	Zöldtrágyázás története.....	19
III.4.2	A zöldtrágyázás előnyei.....	20
III.4.3	A zöldtrágyázás hátrányai.....	21
IV.	Zöldtrágya növények használatának vizsgálata és eredményei	21
V.	Összefoglalás	24
VI.	Irodalomjegyzék	25

I. Bevezetés

A talaj azon kevés természeti erőforrások egyike, amely képes megújulni. Ezért nagyon fontos, hogy védjük a különböző negatív következményektől. Ügyelnünk kell arra, hogy biológiailag aktív maradjon, megőrizze a szerkezetét és az élővilágát. A növénytermesztéssel a humusz, a makro- és mikroelemek mennyisége csökken ezért különösen fontos ezek pótlása. Ha mindezen feltételeknek eleget teszünk akkor a talaj újjá tud születni és egészséges életet képes nyújtani a rajta élő embereknek. Földi életünkhöz szükségünk van alapvető elemekre, mint a fény, víz, levegő, és különösen a talaj, amely az összes élőlény táplálékának közvetett vagy közvetlen megteremtője. Manapság a nagyon nagy mértékű a talajpusztulás a föld kizsigerelése. Amely előidézői a korszerűtlen talajművelési módszerek használata, mint a talajforgatás és a vegyi anyagok alkalmazása talajjavításra. Fontos, hogy alternatívát és talajkímélő eljárást találjunk a talajvédelem érdekében, hogy megőrizzük egészséges állapotát és hogy képes legyen a jövőben is egészséges ételt termelni számunkra.

II. Célkitűzés

Több ezer éve amikor az ember elkezdte kisebb nagyobb felületeken a talajművelést és a tudatos növénytermesztést. Ahogy telt az idő a talaj termőképességének növelése érdekében új módszereket fedezett fel, amely eleinte eredményre vezető volt azonban hátulütőit nem észlelte időben. A fő szempont a termesztés során a minél nagyobb termésmennyiség elérése, a nyereségorientált szemlélet, mely figyelmen kívül hagyta a talajpusztulást és az élettér megmérgezését. Ennek következtében kevés hely maradt, ahol jó minőségű termékeny talajokat találhatunk. Az egészségünk forrása az egészséges talaj ezért fontos ismernünk a tápanyagtartalmát oda kell figyelnünk a hiányban lévő elemek pótlására és hogy ne csak a növény tápanyagigényét elégítsük ki, hanem összességében növeljük a talaj tápanyagtartalmát. Dolgozatom célja megoldást találni a talajerózió csökkentésére és arra, hogy hogyan növelhető a termékeny réteg a kultúrnövény termesztése során.

III. Irodalmi áttekintés

Stefanovits Pál hazánk talajtani tudósa tíz pontot fogalmazott meg a talaj élet visszaállítására:

1. Ne foglalj el a természettől több és jobb földet, mint amit okvetlenül szükséges!
2. Ne engedd, hogy a víz elrabolja a talajt a gondjaidra bízott területről!
3. Ne hagyj, hogy a szél elhordja a földet!
4. Fölöslegesen ne taposd, ne tömörítsd a talajt!
5. Csak annyi trágyát vigyél a talajba, amennyit a növény kíván!
6. Csak jó vízzel öntözz, anélkül, hogy vízfelesleget okoznál!
7. Ne keverj a talajba olyan anyagot, ami nem bomlik el benne, hacsak nem javítási céllal teszed!
8. Ne vigyél a termőföldre mérgező anyagot, ami tönkreteszi a talaj élővilágát!
9. A talaj termékenységét őrizd meg és ha lehet, növelj!
10. Ne feledd, hogy a talajon nem csak állsz, hanem élsz is!

III.1 A talaj tápanyagai, szükséglete

A talaj termékenység megőrzéséhez pótolni kell a kivett tápanyagokat ezt a gyakorlatban különböző trágyákkal oldják meg. A növények a gyökereiken keresztül veszik fel a tápanyagot s ahhoz, hogy hasznosítható formában legyen elérhető számukra oldott állapotban kell lennie víz, gyökerek termelte szén-dioxid és különféle szerves savak által. Azonban a talaj tápanyagkészletének töredéke (1,5%-a) található ilyen könnyen hasznosítható formában, ami nem elegendő a növények növekedéséhez és termésképzéséhez ezért egészítik ki műtrágyával, amely oldható tápanyagokat ad.

Különböző tényezők befolyásolják a tápanyagok felvehetőségét:

1. **talaj kémhatása:** 5,5 pH érték felett már jó a nitrogén és a foszfor felvehetősége azonban 7-es pH felett lecsökken
2. **talaj nedvessége:** fokozódik az oldhatóság, ha száraz és nedves állapot váltakozik
3. hőmérséklet emelkedése: ahogy a hőmérséklet emelkedik úgy emelkedik a tápanyagok felvehetősége is
4. **jó talajszerkezet:** lebontási folyamatok előnyére szolgál a levegőzött talaj
5. **növény és talaj kölcsönhatása**

Akkor tudja felvenni a növény a tápanyagot hogyha az a gyökér közelében található és érintkezik a gyökérszőrökkel ezért hasznos, ha a gyökér jól fejlődik és átszövi a talajt. Előfordulhat, hogy a tápanyagok nem alakulnak át felvehető formába és a gyökerek nem szívják fel így sok esőzés laza talajszerkezet esetén könnyen lemosódhat az altalajba és többé nem lesz hasznosítható.

A tápanyagok különböző jelentőséggel bírnak a növények számára:

Elsődleges Makro elemek:

N (nitrogén) F (foszfor) K (kálium) a legnagyobb mennyiségben ezekre van szükségük a növényeknek.

N: zöldtömeg, levél és hajtás növekedéshez van rá szükség, ha túl sok jut belőle a növényhez akkor csökken az eltarthatósága és a fagyállósága. Nitrogén trágya kijuttatása tavasszal és nyáron történik mert ősszel kimosódik a talajból.

P: a gyökérképződést segíti elő virág és termésképződésért felelős

K: a szénhidrát képzés elősegítésére szolgál, vízgazdálkodás javító hatású szárazság tűrés és fagyállóság miatt van fontos szerepe

Az, hogy milyen arányban vannak jelen a talajban nagyon fontos.

Másodlagos Mezo elemek:

Ca (mész) Mg (magnézium) S (kén) pótlásukra ritkán kerül sor mert általában elegendő mennyiséget tartalmaz a talaj. Növények számára közepes mennyiség szükséges belőlük.

Harmadlagos Mikro elemek:

B (bór) Cu (réz) Mn (mangán) Zn (cink) Mo (molibdén) Fe (vas) ezekre az elemekre kis mértékben van szükségük a növényeknek az életműködéseikhez. Ha hiány van belőlük akkor megbetegedés formájában jelenik meg.

III.1.1 Tápanyagutánpótlás formái

A talaj tápanyagtartalmát növelő anyagokat együttesen trágyáknak nevezzük. A mezőgazdasági technológiák előrehaladásával számos anyagot ismertünk meg amelyek alkalmasak talajjavításra. Mielőtt elkezdjük a trágyázást talajvizsgálatot kell készíteni mely eredményei alapján elkészíthető a tápanyaggazdálkodási terv. A talajvizsgálat laboratóriumi körülmények között zajlik, amelyet egy talajminta vételezés előz meg. A vizsgálat meghatározza a talajtulajdonságokat és a tápanyagtartalmat.

Trágyázáskor tápanyagot juttatunk a talajba ezzel növelve a termékenységet a nagyobb termésmennyiség érdekében.

A növények három féle módon tudják felvenni a tápanyagokat:

- A talajból oldott állapotban
- A levelekre juttatva öntözéssel
- A levegőből gáz formájában

Figyelmet kell fordítani a trágyázás mélységére is, hogy a tápanyag a gyökérzónába kerüljön ezáltal elérhető legyen a növénynek. Illetve a talaj kémhatás is fontos szempont.

Talaj kémhatása	Ph
erősen savanyú	<4,5
savanyú	4,5-5,5
gyengén savanyú	5,5-6,8
semleges	6,8-7,2
gyengén lúgos	7,2-8,5
lúgos	8,5-9,0
erősen lúgos	9,0

1. ábra Talajok kémhatása (Forrás: [Okostankönyv](#))

Trágyázási módok:

Kiszórás szerint:

1. Területtrágyázás: amikor egyenletesen szórjuk ki a trágyát a trágyázandó területre
2. Sortrágyázás: amikor vetés előtt vagy után a sorokba juttatjuk ki a trágyát vetőgéppel vagy kombinált trágyaszóró géppel
3. Fészektrágyázás: ültetőgödörbe szórva vagy a növény köré, kisebb a trágyaigény viszont munkaerőigényes

Mélység szerint:

1. Felszíni takarótrágya: a talaj nedvességtartalmát védi. Történhet szalmával, lombbal, tőzeggel kukoricaszárral.
2. Sekély bedolgozású trágya: Pl.: pétisó, nitrát trágyák, komposzt ezek könnyen altalajba mosódnak tápanyagokat azonnal felvehető formában tartalmazzák ezért problémát okoz, ha mélyebbre kerülnek mert nem tudják hasznosítani a növények.
3. Mélytrágyázás: homoktalajon 40-60cm mélyen
4. Többrétegű trágyázás: 30 és 15 cm mélyen

Időpont szerint:

1. Alaptrágyázás: A kijuttatni kívánt P és K műtrágya mennyiségének egészét és N műtrágya 50%-át szórják ki az őszi szántás előtt.
2. Indító vagy starter műtrágyázás: Amikor vetnek akkor juttatják ki a minél előbbi kelés elősegítésére
3. Fejtrágyázás: a vegetációs időben végzik Pl.: őszi búza tavaszi fejtrágyázása. A talajba mosódik a trágya és a növény a gyökerein keresztül veszi fel.
4. Permetező trágyázás, levél vagy lombtrágyázás: oldott formában permetezik a mezo- és mikroelemeket a kifejlett növény lombzatára.

Továbbá befolyásolja még az időpontot az időjárás, évszak, növények állapota.

Szerves trágyák:

Ide tartozik minden olyan trágya, amely biológiai eredetű. Pozitív hatással van a talajszerkezetre és a tápanyagtartalomra. Talajba forgatva juttatható a növények gyökeréhez mert szilárd halmazállapotú. Komplex trágyák fontos mikro mezo és makro elemeket tartalmaznak.

Állati eredetű:

Istállótrágya: az állatok anyagcseretermékei és alomanyag keveréke

- Ló trágya (heves) nitrogéntartalma magasabb, kötött talajok
- Szarvasmarha trágya (hideg) alacsonyabb nitrogéntartalmú homoktalajokra alkalmas
- Sertés trágya (hideg)
- Juh trágya (heves)
- Baromfi trágya (heves)

A friss istállótrágyáknak magas a nitrogéntartalma emiatt magas a túltrágyázás veszélye ebből az okból leggyakrabban komposztált állapotban használják. Főleg a talaj fizikai tulajdonságaira hat kedvezően. Lazítja a kötött talajokat, javítja a vízáteresztőséget könnyíti a tápanyagmegkötést. Elősegíti a humuszképződést a szervesanyag bomlással és fokozza a talajlakó baktériumok működését.

Istállótrágyázás ideje:

Nyár végén és ősszel érdemes kijuttatni. A téli fagyos időszakban tilos (december 1.-február 15.) kiszórni mert környezetszennyező és veszteséges. Fontos, hogy minél hamarabb legjobb esetben azonnal szántsuk be.

Istállótrágya kijuttatás módja:

Szórógéppel egyfázisban vagy pedig kétfázisban szállító és szóró géppel.

Növényi eredetű:

Zöldtrágya: talajjavító célból vetett növények, amelyeket virágzás előtt a talajba dolgoznak a talajtermékenység javítása érdekében

Gyarápítják a tápanyagtartalmat és javítják a talajszerkezetet a szerves anyagaikkal. A legelterjedtebb zöldtárgya céljából termesztett növények a pillangós virágúak. Nitrogén gyűjtő baktériumai megkötik a levegőből a nitrogént, alászántás után növelik a talaj nitrogéntartalmát.

Komposzt: földdé érett talajjavító anyag, ami szerves háztartási hulladékból, kertészeti vagy ipari melléktermékekből, levegő jelenlétében lebomlott.

Változatos összetételű és minőségű. Tápanyagtartalma kiegyensúlyozott, gazdag mikroelemekben. Összegyűjtött növényi maradványok, amelyek lebomlanak és fekete föld szerű anyaggá alakulnak át.

Műtrágyák:

Mesterségesen előállított ásványi anyagok melyek a talajjavítására szolgálnak azonban a talaj szerkezetét nem javítják csak az összetételét. Nagy koncentrációjú anyagok ezért vigyázni kell mert könnyen túladagolható és környezet szennyező hatású lehet.

Csoportosításuk:

Összetétel szerint:

- egyszerű, kevert, összetett

Halmazállapot szerint:

- szilárd, folyékony, légnemű

Egykomponensű vagy egyszerű műtrágyák:

Egyetlen tápelemet tudnak pótolni. Például nitrogént tartalmaz a pétisó vagy az ammónium-nitrát, foszfort a szuperfoszfát és káliumot a kálisó. Szilárd halmazállapotúak.

Nitrogén tartalmú műtrágyák:

Ipari körülmények között megkötik a levegő nitrogénjét így állítják elő a műtrágyát. A nitrogén a növényeknek a lombfejlődést segíti. Nagy mennyiségben kijuttatott nitrogén dőlést eredményez mert a hirtelen növekedés következtében a növény laza szerkezetű lesz későn érkezik és eltarthatósága is romlik.

Ammónium nitrát 34%: Legnépszerűbb műtrágya, amely nitrogént tartalmaz. Hatóanyagát megfelelő arányban ammónium és nitrát teszi ki.

Karbamid 46%: Legtöményebb nitrogén műtrágya, jól oldódik vízben.

MAS 27% (Pétisó): Ammóniumnitrát és mészkőpor keveréke.

Mésznitrogén 20% N+CaO: Kalcium tartalmú nitrogén műtrágya a növényi sejt szilárdság elősegítésére.

Fertilla Nitrosol 28%: Folyékony nitrogén tartalmú műtrágya 50% ammóniumnitrát és 50% karbamid alkotja.

Foszfor műtrágyák:

A virágügy képződésben és a termés érés befolyásolásában játszik szerepet.

Szuperfoszfát: Legelterjedtebb foszfor műtrágya. Enyhén savanyító hatású.

Kálium tartalmú műtrágyák:

Pozitív hatása van a szárfejlődésre és gyarapítja a fagyűrőképpességet és a tárolhatóságot.

Kálisó, Kálium-szulfát, Kálium klorid

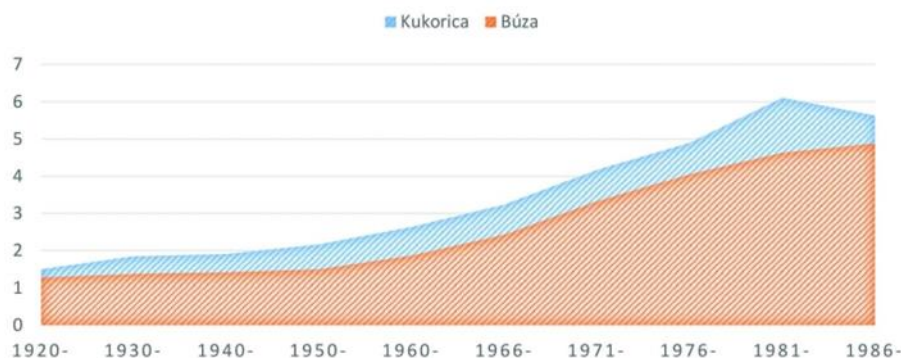
Többkomponensű műtrágyák:

Növényfajok és növényi kultúrák tápanyag szükségleteihez igazodó mesterségesen összeállított ásványi trágyák. Lehet szilárd vagy folyékony halmazállapotú. Jól oldódik a vízben. Kijuttatása gyakran öntözővízzel történik.

Monoammónium foszfát, Diammónium foszfát, Buviplant A, Corpcare 23-07-07

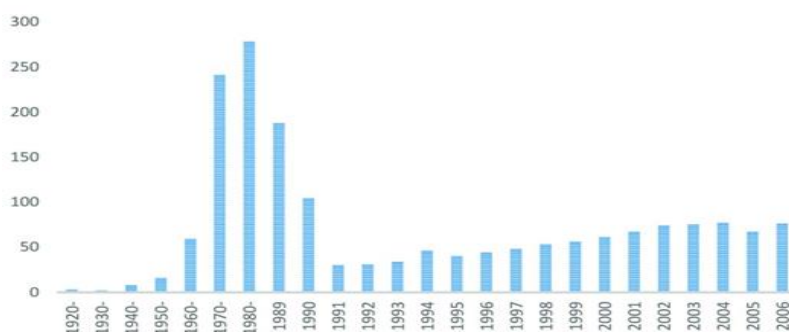
III.2 A műtrágyázás története, kialakulása

A műtrágyák használata Európában az elmúlt évszázadban a gazdasági és ipari fejlődésnek megfelelően változott. Nyugat-Európában már a második világháború előtt is jelentős volt a műtrágya felhasználása olyan országokban, mint Hollandia, Németország és Olaszország. Füleki (1999) statisztikai adatai azt mutatják, hogy a műtrágyák használata a betakarítható termésmennyiség növekvő tendenciáját eredményezi. Magyarországon csak a világháború után kezdődhetett meg a műtrágyagyártás, a műtrágyaimport és a nagyüzemi növénytermesztés... Az akkoriban elterjedt modern agrotechnikai módszerek hatalmas változásokat hoztak a tápanyag-gazdálkodásban és a termés hozamokban.



2. ábra A búza és kukorica termésátlaga rendszerváltásig (Forrás: <https://mezohir.hu/2021/06/26/mutragyazas-tortenete-mezogazdasag/>)

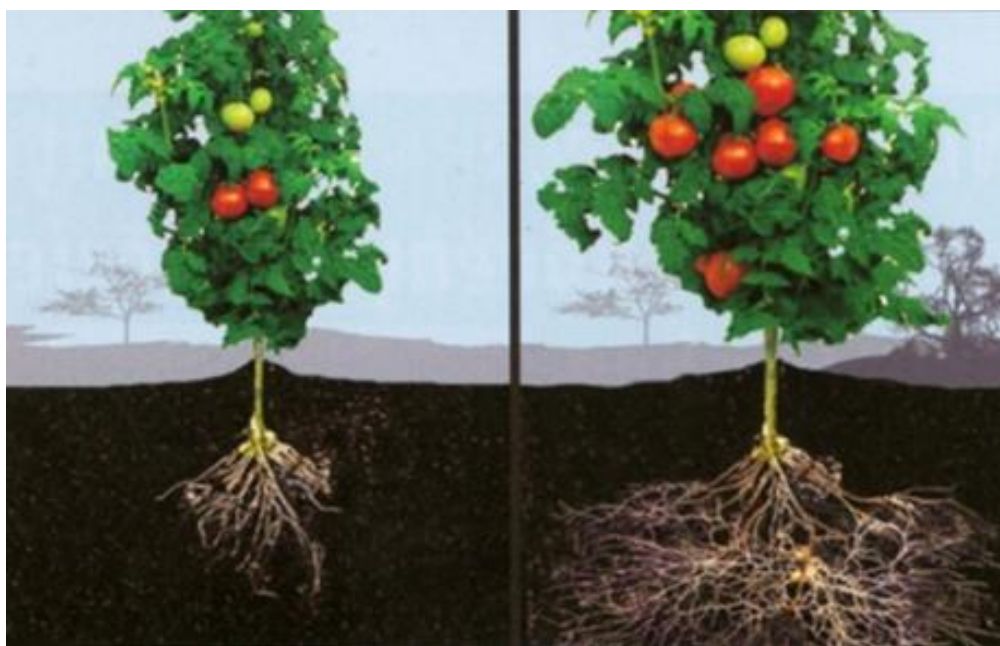
Amint az a második grafikonon látható, az 1960-as évek után nagy problémát jelentett a túltermékenyítés. Az elképzelés az volt, hogy a sok termőföld révén nagy termelésre tegyenek szert. Ezt könnyű volt elérni, részben az állami támogatásoknak köszönhetően, amelyek alacsonyan tartották a műtrágyaárakat. Az 1980-as években a túlzott használat negatív hatásainak bizonyítékai már a kísérleti eredményekben is megmutatkoztak. Az 1980-as években számos nyugat-európai országban egyre szigorúbb környezetvédelmi előírásokat vezettek be (szennyezési normák, nitrátadók stb.). Miután az állami támogatásokat megszüntették és a műtrágyaárak emelkedtek, a gazdák egyre kevesebbet használtak. Az 1989-es rendszerváltást követően a földbirtoklásban változás következett be, ami a műtrágyaárak drámai és robbanásszerű emelkedésével párosulva a felhasználás jelentős visszaeséséhez vezetett. Ez a csökkenés nem környezeti okokra vezethető vissza. Az elmúlt másfél-két évtizedben lassan javuló tendencia váltotta fel hazánk tápanyagmérlegét, amely ebben az időszakban drasztikusan romlott, de az egyensúly még mindig jelentősen hiányos. A rekultiváció nem valósítható meg kizárólag műtrágya kijuttatásával, mind környezetvédelmi, mind pénzügyi okokból. A termés betakarítása ugyanis a talaj tápanyag tartalékjainak jelentős részét eltávolítja a területről.



3. ábra Műtrágya-hatóanyagok összesített hazai felhasználása (Forrás: <https://mezohir.hu/2021/06/26/mutragyazas-tortenete-mezogazdasag/>)

III.2.1 Miért van szükség műtrágyára?

A talaj természetes állapotában és természetes folyamataival képes lenne biztosítani minden tápanyagot és tápelemet a rajta élő növények számára. Az intenzív mezőgazdaság megjelenésével az ember egyre inkább eltávolodott a természetes folyamatoktól, mivel a cél a minél nagyobb mennyiségű termés elérése. Ezért a mezőgazdaság arra rendelkezett be, hogy ezt produkálni tudja, ami azt jelentette, hogy az egészséges talaj és talajélet megőrzése nem volt fő szempont. A talajforgatás, fedetlen talaj, növényvédőszer használata, műtrágyázás hosszútávon mind negatív hatással bírnak. A talaj akkor nevezhető (termékeny) talajnak, ha élet van benne. A növény-állat-ember táplálékláncban az első számú kihagyhatatlan szereplő. Legfontosabb funkciója a termékenység, amihez egy teljes föld alatti táplálékhálózatra van szükség egysejtűek és többsejtűek együttélésére és együttműködésére. Különböző baktériumok gombák atkák fonálférgek és földigiliszták teszik kiváló minőségűvé a talajt. Kiemelkedő szerepük van a mikorriza gombáknak, akik a hasznos mikroszervezetek legfontosabb csoportját alkotják. A növények több mint 80 százalékával képesek szimbiózisban élni. Gombafonalakkal behálózják a gazdanövény gyökereit megnövelve ezzel a tápanyag és vízfelszívó felületét, elősegítve a jobb túlélőképességet és a nagyobb növekedést. Ez a kölcsönös kapcsolat szennyezett vagy degradált talajon is jól tud működni kihasználva a gombák alkalmazkodóképességét, hasonlóan a nitrogénköti baktériumok számos típusához. A mesterséges életidegen anyagok (gyomirtó, gombaölő, rovarirtó szerek) használatával kipuhtul ezen élőlények egy része és a talaj termőképessége leromlik vagy akár meg is szűnik. Az ilyen regenerációra, toleranciára nem képes közeget az intenzív stratégiával termesztők mesterségesen kívülről bevitt anyagokkal, műtrágyákkal akarják helyrehozni és alkalmassá tenni a növénytermesztésre, állattartásra és ezzel együtt az emberi életre is, egy ördögi kört teremtve. A kontrollálatlan nitrogén, kálium és foszfor műtrágyák használata talajsavanyodást okoz. Magyarország talajainak pH értéke egy egész értéket csökkent az elmúlt ötven évben. Minél savanyúbb a talaj annál kevésbé élnek meg a talaj biológiai úton nitrogént megköti baktériumai. Romlik a növények állapota, amin csak újabb műtrágyázás segíthet. Ha a talaj pH értéke 4-ig csökken akkor a nitrogénmegköti baktériumok elpusztulnak és ennek következtében eltűnik a levegőből megkötiott hektáronkénti 60-250 kilogramm nitrogén, amely létfontosságú a növények számára. Ezáltal még nagyobb adag műtrágyára lesz szükség.



4. ábra A paradicsom saját gyökere és a paradicsom gombafonalakkal átszőtt gyökérzete (Forrás: http://talajesziz.kertk.szie.hu/sites/default/files/files/BB_szakmai%20n%C3%A9vjegy/Talajmeni%20bajok_Innoteka_.pdf)

III.3 A talaj humuszcsoportjának fontossága

A humusz elengedhetetlen a növények növekedéséhez, mivel számos fontos tápanyagot tartalmaz, de szerepet játszik a talajba juttatott egyéb tápanyagok megkötésében és tárolásában is. Az kellően magas humusztartalmú talaj, morzsalékos, jó vízgazdálkodású, a víz és a szél pusztító hatásainak jól ellenáll. Pufferhatással is rendelkezik, amely megakadályozza, hogy elsavanyodjon vagy lúgosodjon. Továbbá megköti a mérgező anyagokat a talajból, hogy azok ne kerülhessenek a táplálékláncba. Mindezen okok miatt rendkívül fontos a humusz megőrzése és gazdagítása. A humusz természetének jobb megértése érdekében fontos a hazai tudósaink főbb kutatási eredményeit is áttekinteni, és megismerni azok megállapításait.

Arany (1956): „Az állati, de különösen a növényi anyagok a talajba kerülve bomlást szenvednek, miközben energiában fokozatosan szegényebb anyagokká alakulnak át. A folyamatok határozottan biológiai jellegűek, azonban az őket kísérő kémiai és fizikai változások a talajra döntő hatást gyakorolnak, és a talaj sajátosságait megszabják. Ezek az állandó biológiai hatás alatt álló szerves termékek rendkívül hatékonyak, amelyeket humusz vagy televény elnevezésen ismerünk.”

Stefanovits (1977): „Ma már egyértelműen tisztázott, hogy a humusz a talajnak fontos és egyben legdinamikusabb alkotórésze, amely a termékenység tekintetében nagy szerepet tölt be.” Véleménye (1999) szerint a humuszanyagoknak két nagy csoportja van, mint a maradványokból felszabadult, de nem humifikálódott szerves vegyületek (nem valódi humuszanyagok) és a valódi humusz. A nem valódi humuszanyagok csoportjába a fehérjék, peptidok, aminosavak, szénhidrátok, szerves savak, lignin, zsírok, viaszok és gyanták, míg a valódi humuszanyagok közé a fulvosav, huminsavak és huminanyagok tartoznak.

Filep (1999) a talaj szerves anyagait a következő csoportokra osztja: A talajban élő szervezetek, a növényi gyökök, az elpusztult növények és állatok, valamint a bomlás után felszabaduló szerves vegyületek mind szerepet játszanak bizonyos szerves anyagok kialakulásában. Kijelentette, hogy a szerves maradványok átalakulását a lebontás és a szintézis összetett mikrobiális folyamatai, valamint a kapcsolódó biokémiai reakciók okozzák. A heterotróf mikroflóra és mikrofauna szerves vegyületek lebontásával nyeri energiáját. Egyes vegyületeket teljesen lebontanak, míg másokat csak bizonyos mértékben módosítanak. A legegyszerűbb végtermékek a jól szellőző talajokban a NO_3^- , NH_4^+ , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_2 , H_2O , s a szabadrá váló mikrotápanyagok (Cu^{2+} , Zn^{2+} stb.), míg anaerob körülmények között mérgező gázok, egyszerű szerves savak, aminok és metán keletkezik. Filep szerint: „A humifikáció a legfontosabb szintetizáló reakciók összessége. A könnyen bontható szerves anyagok gyorsan mineralizálódnak, míg a nehezen bontható vegyületek jelentős része polimerizálódva nagy molekulájú, sötét színű új vegyületté, humuszanyagokká alakul. Az aerob körülmények a mineralizációnak, a levegőtlen viszonyok pedig a szervesanyag-felhalmozódásának biztosítanak kedvező feltételeket”.

Papp (2002) humuszos anyagokról szóló értekezése figyelemre méltó a jellemzése miatt.: „A humuszanyagok a természet élő szénkörforgásából kikerülő szerves molekulák véletlenszerű halmazából képződő, kémiai heterogén összetételű, funkció csoportokban gazdag makromolekulás anyagok. A környezeti rendszerekben a szervesanyag-mineralizáció köztes termékeinek tekinthetők, a kémiai degradációval szemben azonban viszonylag ellenállóak, így a természet legelterjedtebb nem élő szerves anyagai, megtalálhatók a talajokban, tőzeglben,

felszíni és felszín alatti vizekben, fiatalabb szekben és a legújabb kutatások szerint a légköri aeroszolokban is”.

III.3.1 Humusz mint a talaj termékenység kulcsfontosságú összetevője

Filep (1999) bizonyítékot szolgáltat a humusz talajszervezetre, hő- és vízgazdálkodásra gyakorolt előnyeiről. Egyebek mellett kifejti: „A talajok természetes termékenysége (víz- és tápanyag-szolgáltató képessége) nagymértékben függ a talajképződés körülményeitől. A legtermékenyebb talajok közös sajátossága, a Ca-mal telített, jó minőségű humusz (Ca-humátok), valamint az ezzel együttjáró morzsás, porózus szerkezet és a megfelelő tápanyag-ellátottság. Mivel a huminsavak két vegyértékű fémionokkal alkotott sói, vízben nem oldódnak, a Ca-humátok által összeragasztott aggregátumok vízállóak és porózusak. (A ragasztóanyag víz hatására csak duzzad, de nem oldódik.) Emellett a szerves maradványokat bontó mikroorganizmusok nyálkaanyagainak és egyes bomlástermékeknek is jelentős szerkezetstabilizáló hatásuk van. A huminsavak Fe- és Al-oxidokkal/hidroxidokkal társulva – agyagásványok jelenlétében – szintén tartós szerkezeti elemek kialakulásához vezetnek. Ezek a szerkezeti egységek azonban nem hoznak létre jó talajszervezetet, mert nem eléggé porózusak, belső pórusrendszerük nincs. Igen jelentős szerkezetkialakító tényező a szerves és az ásványi kolloidok összekapcsolódásával létrejött agyag-humusz komplexum mennyisége és minősége. A humusz tehát a stabil, porózus szerkezet biztosításával kedvezőbbé teszi a talaj vízgazdálkodását, csökkenti tömörödési hajlamát, és fékezi a felület elporosodását. A morzsalékos, jó vízgazdálkodású, kellően levegős talaj hőgazdálkodása is megfelelő.”

Stefanovits (1999) szerint a humuszos anyagok fontos szerepet játszanak a tápanyagok forrásaként és tárolójaként is, a humusz pedig különösen fontos nitrogénforrásként. A talajban lévő N túlnyomó többsége szerves anyagban található. A növények által felvehető ásványi N a szerves anyagok NH_2 -csoportjának mikrobiális lehasításával és a szerves aminok NH_4^+ -ionokká és NO_3^- -akká történő átalakításával képződik. Az erősebben kötött szerves N-formák a talaj N-tartalékként működnek, mivel csak akkor szabadulnak fel, amikor a humuszos anyag erősen mineralizálódik. A növények lassan veszik fel a talaj szerves anyagában megkötött foszfort és kén, ami mineralizálódik. A humusz segít megőrizni a tápanyagokat, és megakadályozza azok kimerülését. A huminsavak képesek különböző tápanyagokat megkötni, és döntő szerepet játszanak a Ca, P, Mg, S, Cu, Zn stb. megőrzésében. Ez adszorpciós képességüknek köszönhető. A fontos mikroelemek többsége (Cu, Mo, Mn, Zn) többnyire szerves anyaghoz, cserélhető ionokhoz és kelátokhoz kötődik. A makrotápanyagok közül a humusz elsődleges előnye a növények foszforfelvételére gyakorolt hatása. Ez megakadályozza, hogy a talaj ásványi összetevői erősen megköthessék a foszfátionokat, így csökkentve a foszfor hatástalanítását (humáthatás).

Győri (1984) tanulmánya a humuszcól főként arra összpontosított, hogy miként biztosítja a növény nitrogénellátását. Az 5. ábra a talajok humusz-határértékeit mutatja a főbb talajtípusok szerint csoportosítva.

Szántóföldi termőhely	K _A	Humusz %				
		igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó
I.	>42	2,00 alatt	2,01-2,40	2,41-3,00	3,01-4,00	4,01 feletti
	<42	1,50	1,51-1,90	1,91-2,50	2,51-3,50	3,51
II.	>38	1,50	1,51-1,90	1,91-2,50	2,51-3,50	3,51
	<38	1,20	1,21-1,50	1,51-2,00	2,01-3,00	3,01
III.	>50	2,00	2,01-2,50	2,51-3,30	3,31-4,50	4,51
	<50	1,60	1,61-2,00	2,01-2,80	2,81-4,00	4,01
IV.	30-38	0,70	0,71-1,00	1,01-1,50	1,51-2,50	2,51
	<30	0,40	0,41-0,70	0,71-1,20	1,21-2,00	2,01
V.	>50	1,80	1,81-2,30	2,31-3,10	3,11-4,00	4,01
	<50	1,40	1,41-1,80	1,81-2,60	2,61-3,50	3,51
VI.	>42	1,30	1,31-1,70	1,71-2,40	2,41-3,30	3,31
	<42	0,80	0,81-1,20	1,21-1,90	1,91-2,80	2,81

I. Csernozjom talajok, II. Barna erdőtalajok, III. Köttött réti talajok, IV. Laza (homok-) talajok, V. Szikes talajok, VI. Sekély termőrétegű, erodált lejtők talajai

5. ábra A talaj humusztartalmának határértékei (Forrás: <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapanyag-utanpotlas/humuszmegovasa-talajvedelmi-gazdalkodassal/>)

A talaj szervesanyag-tartalmának jellemzésére Győri szerint a talaj humuszkészlete is fontos jellemző. Hazánk talajainak jellemző humuszkészletét a 6. ábra tartalmazza.

Szántóföldi termőhely	K _A	Humuszkészlet				
		igen gyenge	gyenge	közepes	jó	igen jó
I.	>42	150 alatt	151-180	181-225	226-300	301 feletti
	<42	112	113-142	143-187	188-262	263
II.	>38	112	113-142	143-187	188-262	268
	<38	90	91-112	113-150	151-225	226
III.	>50	150	151-187	188-247	248-337	338
	<50	120	121-150	151-210	211-300	301
IV.	30-38	52	52-75	76-112	113-187	188
	<30	30	31-52	53-90	91-150	151
V.	>50	135	136-172	173-232	233-300	301
	<50	105	106-135		196-262	263
VI	>42	97	98-127	128-180	181-247	248
	<42	60	61-90	91-142	143-210	211
I. Csernozjom talajok, II. Barna erdőtalajok, III. Kötött réti talajok, IV. Laza (homok-) talajok, V. Szikes talajok, VI. Sekély termőrétegű, erodált lejtők taljai						

6. ábra Talajok humuszkészlete (t/ha) 50 cm talajrétegben (Forrás: <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapanyag-utanutas/humuszmegovasa-talajvedelmi-gazdalkodassal/>)

1 tonna talaj átlagosan 50 kg N-t tartalmaz. A tudományos szakirodalom szerint a humusznak átlagosan körülbelül 1%-a mineralizálódik a talajban évente. A táblázatban feltüntetett határértékek azt mutatják, hogy a N-tartalmú talajban évente 2 t humusz mineralizálódik, ami 100 kg N felszabadulását eredményezi. Ez körülbelül egyharmada annak a N-mennyiségnek, amelyre egy átlagos 10 t/ha-os termés esetében lenne szükség, ha a fő- és melléknövényeket együttesen termesztenék. Ezért az alacsony humusztartalmú talajok kevés N-t tartalmaznak, mivel a humuszos anyag mineralizációja nem termel elegendő N-t a növények számára. A határértékek sokfélesége a különböző talajtípusokban zajló biológiai folyamatok sokféleségét, valamint az ebből eredő humuszegyensúlyt jelzi. A képződő és lebomló humuszanyag mennyisége a különböző talajtulajdonságok és különböző tényezők függvényében változik. A humuszvegyületek átlagos nitrogéntartalma is változhat.

Lehoczki (2005) szerint a humuszos anyagok mélyreható hatással lehetnek a talaj tulajdonságaira, például a hő- és vízmegtartásra, valamint a szerkezetre és a tápanyag-gazdálkodásra. Ez utóbbi különösen a homokos talajok esetében fontos. Mivel a talajban a szerves anyag folyamatosan lebomlik, a talajmorzsák felszínén mikrobiális nyálkaréteg és gombafonalak képződnek. Ez a réteg megvédi a morzsákat a vízzel való eliszaposodástól. A humuszanyagok és az ásványi kolloidok, valamint a huminsavak és a kalcium kapcsolata fontos szerkezeti tényező. A talaj nitrogéntartalmának több mint 90%-a szerves anyagban található, amely létfontosságú szerepet játszik a növénytermesztéshez nélkülözhetetlen finom talajszerkezet kialakításában. A humuszos anyag jelentős mennyiségű nitrogént tartalmaz, amely három különböző formában fordul elő. Amelynek az erősebben kötött része csak a humuszos anyag mineralizációs folyamata során áll a növények rendelkezésére. A humuszos anyagok fontosak a különböző tápanyagok talajban tartásához. Ez korlátozza bizonyos elemek kioldódásának sebességét. A talajban lévő szerves anyag idővel lebomlik, ami viszont növeli a növények által felvehető tápanyagok és humusz mennyiségét. Ha kizárólag erre a tápanyagforrásra hagyatkoznánk, még a legtermékenyebb talajaink is idővel leépülnének. A talaj termékenységét fenn kell tartani és növelni kell, amihez a szerves anyag megőrzése és pótlása nagy jelentőségű. Ehhez biztosítani kell, hogy a magasabb hozamok ne vezessenek a talaj termékenységének csökkenéséhez. A talaj humusztartalma fontos a növénytermesztés szempontjából. Jakab (1998) szerint egy talaj akkor tekinthető a növények számára kedvezőnek, ha 2%-nál több humuszt tartalmaz. Ez azt jelenti, hogy legalább 60 tonnának kell lennie.

III.3.2 A humusz szerepe a talaj védelmében

Hargitai (1990) a humusz környezeti funkciójáról szóló tudományos előadásában több fontos felismerést is megfogalmazott, amelyek közül az egyik az volt, hogy "a humuszanyagok nagymértékben részt vesznek a talajfolyamatok szabályozásában. a talajban található mikrobák hatással vannak az olyan biokémiai folyamatokra, mint a tápanyagfelvétel és a tápanyag-utánpótlás, különösen a nitrogénellátás. Eközben a -COOH, -OH és -NH₂ csoportok jelenléte a huminanyagokon lehetővé teszi, hogy aktív szerepet játszanak a különböző talajfolyamatokban. Nemcsak közvetlen kémiai reakciókat váltanak ki, hanem befolyásolják a pufferkapacitást, a toxikus nehézfémek megkötésének képességét és a talajban lévő toxikus szerves anyagokat (xenobiotikumok) megkötő funkcionális csoportokat is. Nemcsak a talajok humusztartalma, hanem a humusztartalom nagyfokú változatossága is meghatározza e funkciók ellátását. Wojtaszek (1993) távérzékeléssel vizsgálta a humusz fényvisszaverését, és a talajlerakódás és üledékképződés megállapításai alapján következtetett az erózióval való kitettség mértékére. Debreceni B.-né (1997) a következőképpen foglalta össze a N-trágyázás humusz minőségére és környezeti tulajdonságaira gyakorolt hatását vizsgáló kutatásokat: „Megállapítottuk, hogy a N-műtrágyázás hatására nő a kis molekulásúlyú humuszvegyületek aránya és csökken a talaj környezetvédelmi kapacitása. A nagyadagú N-műtrágya hatása ebből a szempontból előnyös. A kis molekulásúlyú szervesanyag-frakció növekedése azonban nem feltétlenül jár együtt a humuszminőség romlásával, mivel ez a talaj tápanyag-szolgáltatása szempontjából inkább kedvező. Ezenkívül a kis molekulásúlyú szervesanyag-frakcióban az aktív gyökök nagyobb koncentrációja a toxikus nehézfémek megkötésében és a növényvédő szerek adszorpciójában is aktív szerepet játszik. Ebből a szempontból az optimális N-műtrágya dózis szerepe pozitív. Az N-túltrágyázás azonban sem ökológiai, sem ökonómiai szempontból nem indokolható. Borsónövény beiktatása a vetésforgóba a talaj humuszminőségére kedvező hatású.”

Stefanovits (1977) szerint a toxikus nehézfémek humusz általi megkötése jelentősen csökkenti a környezeti károkat.

Filep (1999) rámutat, hogy a humuszos anyagok sav- és bázispufferelő hatással rendelkeznek: „A humuszanyagok bizonyos határig képesek a talajba került és a talajban képződő savak/bázisok hatását közömbösíteni, s a gyors pH-változásokat megakadályozni. Egységnyi tömegű anyagra vonatkoztatva a humuszsavak pH-pufferoló képessége sokkal nagyobb, mint a talajásványoké. A humuszanyagok pufferoló képességükkel talajvédelmi funkciót látnak el a talaj savanyodásának, illetve lúgosodásának mérséklésével.”

Tudósaink véleménye alapján a következők a humuszciklusról szóló fontos megfigyelések:

A humusz kialakulásához szükséges anyagok és a keletkező humusz összetevői.

A humusz az a sötét, nagy molekulatömegű, kolloidális szerves anyag, amely a talajban növényi és állati maradványokból a talaj mikroorganizmusainak biokémiai folyamatai révén képződik.

Walksman Nobel-díjas talajmikrobiológus szerint a talajban található szerves anyagot társ humuszként lehet meghatározni. A szerves anyagok egy kisebb csoportja, mintegy 80-85%-a azonban nem sorolható be a klasszikus szerves kémia által leírt egyenlet alapján. Ez a csoport olyan sajátos tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek megkülönböztetik a többi anyagtól. A talaj szempontjából specifikus humuszanyagok döntő szerepet játszanak az egész szervesanyagkészletben. A talajba jutó növényi maradványok a humusz kialakulásának alapját képezik és többféle anyagcsoport található bennük. Ezek közül a legfontosabbak a lignin, a cellulóz, a szénhidrátok, a polifenolok, az aminosavak és a fehérjetartalmú anyagok. A talajban lerakódó huminanyagok közül a lignin és a cellulóz fordul elő a legnagyobb mennyiségben. Azonban más összetevők, például fehérjék, aromás vegyületek és ásványi anyagok is jelen vannak kisebb koncentrációban. A lignin a növényi anyagok egyik fő csoportja, amely a növények támasztó szövegeiben nagy százalékban jelen van. Egyes növények lignintartalma igen magas lehet, akár a teljes növényi anyag 30%-át is elérheti. A ligninszerű anyagok lebomlanak és zárt szénláncú gerinccel rendelkező vegyületekké alakulnak át, amelyek a huminsavakhoz hasonlóak, ami a humuszos anyagok jellegzetes csoportja. A cellulóz fontos és nagy mennyiségben előforduló növényi anyag. Nagy mennyiségben található meg a talajban. A huminsavakhoz hasonló barna, lúgban oldódó és savakkal kicsapódó aromás vegyületeket termel. A humuszos összetevőknek négy típusa van: fulvosavak, színtelen szénhidrogén-savak, huminsavak és humuszanyagok. A humuszképződés az erdőtalajokban nem lenne lehetséges a fulvosavak nélkül. Nagyfokú mobilitásuk miatt elősegítik a talaj kimosódását és ezáltal a savasodást. A fő különbség a színtelen szénhidrogén-savak és a fulvosavak között az, hogy a színtelen szénhidrogén-savak aktívabbak a morzszerű szerkezet kialakításában. Mindkét savtípus anaerob bakteriális környezetben képződik. A talaj szerves anyaga sokféle vegyületből áll, de a huminsavak alkotják a legfontosabb csoportot. A huminsavak nagy, sötét színű, nitrogénben gazdag molekulák. Fontos szerepet játszanak a talaj termékenységében és a növények táplálásában. A kétértékű talajkationokkal erősen reaktívak, és hajlamosak a kicsapódásra. A stabil és jó minőségű talajszerkezethez szükséges a kalciummal való koagulációjuk.

A huminsavak nemcsak a talaj szerkezetében játszanak szerepet, hanem a talaj fizikai és kémiai állapota szempontjából is fontosak. A huminsav képződése ott a legkedvezőbb, ahol a talajban gyakoriak az aerob baktériumos folyamatok. Ez különböző molekulaláncok kialakulását eredményezi. A csernozjom talajok tartalmazzák a legnagyobb mennyiségű huminsavat a többi hazai talajhoz képest. A csernozjomok nagy potenciállal rendelkeznek a szervesanyag-felhalmozódás szempontjából, mivel a szervesanyag-bomláshoz vezető bakteriális folyamatok évente legalább kétszer leállnak (téli fagy és nyári szárazság). Ugyanakkor a humusz nagyfokú elektrolitérzékenysége is kedvezően hat rá.

A huminsavak nagy adszorpciós kapacitásuknak köszönhetően elsődleges és jótékony hatással vannak a talaj vízgazdálkodására és a talaj tápanyag-gazdálkodására. A huminanyagok a talaj szervesanyag-állományának ellenálló, oldhatatlan részei, amelyek normál körülmények között nem vonhatók ki a talajból. Ezt a szervesanyag-készletet, amely ellenáll mind a savas, mind a lúgos hatásnak, és nem lehet savas-lúgos kezeléssel kivonni, humin frakciónak nevezték el. Valószínű, hogy a szervesanyagok közötti kötések erősek és stabilak, hozzájárulva a talajváz kialakulásához és tulajdonságaihoz. A talaj dinamikájában, a tápanyagok felszabadításában és a mozgásban azonban sokkal kisebb a szerepük, mint az imént említett humuszanyag-csoportoké.

Az egészséges, elegendő humusztartalmú talajok agronómiai előnyei:

- A humuszos anyag sötét színe lehetővé teszi, hogy a talajok elnyeljék a hőt, és így szabályozzák a hőgazdálkodásukat.
- A talajok tavaszi gyors felmelegedésével előbb lehet vetni, ültetni és így biztosított a korai érés is.
- A sok humuszt tartalmazó talajok több vizet képesek megtartani, és segítenek megakadályozni, hogy a talaj túlságosan kiszáradjon. Ez egyenletesebb vízellátást biztosít a növények számára.
- A humusztartalom szabályozza a talaj szerkezetét. (morzsás talajszerkezet)
- A humuszanyagok egyik alapvető agrokémiai funkciójának közvetlen következménye a tápanyagellátás. A növények nitrogénjének túlnyomó többsége a humusból származik. A humusz által biztosított fontos foszfor és kén a mikroorganizmusok bontó tevékenysége révén fokozatosan áll a növények rendelkezésére.
- A talaj úgynevezett biológiai aktivitása nagyrészt a talaj humuszos anyagainak köszönhető.
- A humusztól morzsalékos talajszerkezet megkönnyítheti a talajművelő gépek mozgását, sok energiát megtakarítva.

III.3.3 A humusz hatása a talaj védelmére

A humusz talajvédelmi szerepe is kiemelkedő mivel tárolja a vizet, és segít a laza talajszerkezet kialakításában, amely nagy mennyiségű vizet képes magába szívni. A talajeróziós károk csökkentésének egyik módja lejtős területeken a nagy mennyiségű víz felfogása, ami csökkenti a lefolyás mennyiségét. A talajromlásnak ez a formája a magasabb humusztartalmú talajok esetében kisebb mértékben van jelen. A humuszanyagok többek között azért rendelkeznek nagy pufferkapacitással, mert nagy a molekuláik mérete. A talaj kémhatás változásainak pufferekére való képesség különösen fontos a műtrágyázás negatív hatásainak mérséklésében. A magas humusztartalom segít megkötni a túlzott mennyiségben lévő káros ionokat vagy mikroelemeket.

A humuszos anyagok természetes szűrőként működnek, segítve a toxikus hatások elleni védelmet. A talaj minőségét ronthatják a gyárakból, járművekből vagy más helyekről származó káros nehézfémek. A környezetben számos nehézfém található, például ólom, kadmium, nikkel, higany, cink és réz. A cink és a réz olyan mikroelemek, amelyeknek tápanyaghatásuk van. Túlzott mennyiségük azonban természetesen káros. A bőséges humusztartalmú talajok visszafordíthatatlanul megkötik a nehézfémeket, és ezzel megakadályozzák mérgező hatásukat. A talajt károsíthatják a növényvédő szerek vagy más mérgező vegyi anyagok, amelyek összetett szerves molekulák formájában vannak jelen. A humuszos anyagok fontos szerepet játszanak az ilyen anyagok megkötésében is.

III.3.4 A talajok humuszmennyiség csökkenésének okai, jelenlegi állapotának fenntartása kímélő gazdálkodással

A legutóbbi fejezet tartalmának tudatában a humusz elengedhetetlen a talaj termékenységéhez és a talajmegőrzéséhez. A humuszanyag mennyiségének fenntartása és védelme mindezek alapján indokolt. Az elemi erők (víz, szél) romboló hatásának mérséklése érdekében fontos a talajvédő gazdálkodás, vetésforgó szerkezetének kialakítása. A talaj rendszeres bolygatása és a természetes növénytakaró felszámolása, az egynyári növények termesztése, a humusz- és a szervesanyag-tartalom csökkenésének oka. A humuszmélet alapján a szántóföldi növényeknek két fő típusa van, a humuszfelhalmozók és a humuszfogyasztók. A megkülönböztetés alapja a gyökértömeg, valamint az aratás után a talaj felszínén maradó tarló és egyéb növényi részek (szárak, levelek) szerves anyaga. Az évelő pillangósok és a gyepnövények a humuszfelhalmozók közé sorolhatók, mert nagy mennyiségű szerves anyagot tartanak meg. a gabonafélék és a kapásnövények viszont a humuszfogyasztók közé sorolhatók. A talaj szervesanyag-felhalmozódása és a bomlási folyamatok egyidejűleg zajlanak. A vegetációs időszak alatt szervesanyag-felhalmozódás a betakarítás után viszont a bomlási folyamat jellemző.

A magyar mezőgazdaságban jelentősen csökkent az állatállomány, ami a takarmánytermő terület csökkenéséhez és az egynyári növények termesztése felé való elmozduláshoz vezetett, azonban ezek humusz fogyasztó növények. Az évelő, sűrű, humusz gazdagító és talajvédő növények segítenek lassítani az eróziós (víz, szél) folyamatokat. A vízmozgás komoly veszélyt jelent a humusz mennyiségére és minőségére, nemcsak a lejtőkön, hanem a gyakran elöntött alföldi területeken is. A felszínen mozgó víz magával viszi a talaj mozgékonyabb összetevőit, például a szerves és szervesetlen kolloid anyagokat. Így a humuszos réteg elvékonyodásával csökken a szerves anyag mennyisége. A talajművelés fokozatosan felforgatja a humuszban szegény rétegeket, ami tovább gyorsítja a rétegek keveredését.

A felszíni víz, amely a talajrészecskéket magával viszi, számos tápanyagot is kimos, különösen a vízben oldódó tápanyagokat, például a nitrogént, valódi és kolloid oldatokban. A talaj humuszának kimerülése a talaj kémiai, fizikai és biológiai tulajdonságainak romlását okozza. Ennek oka, hogy a rendszeresen megművelt talaj felső rétege nagyobb arányban tartalmaz alacsonyabb termőképességű anyagokat. A földterület agronómiai értékének legjelentősebb változása akkor következik be, ha a humuszt réteg károsodik vagy megsemmisül, mivel a szerves anyag számos olyan tulajdonsághoz szükséges, amely nem, vagy csak részben pótolható. Száraz időszakokban, amikor nem esik az eső, és a talajt nem borítja növényzet, a szél felkapja és elviszi a szerves anyagokban gazdag talaj felső rétegét. Ez jelentős károkat okozhat. A humusz védelmének egyetlen módja a talajvédelmi technológia és az eróziós kockázat mértékének megfelelő vetésforgórendszerek.



7. ábra Humuszt vesztett, erodálódott talajfoltok (Forrás: <https://agroforum.hu/szakcikkek/tapanyag-utanpotlas/humusz-megovasa-talajvedelmi-gazdalkodassal/>)

A magyar talajok humuszban gazdag felső rétegének elvesztését a talajvédelem hiánya miatt az erózió felgyorsította. Egyes esetekben az évente lehordott humuszos talaj átlagos mennyisége elérheti a 8-10 m³/ha-t is. A humuszképződés mértéke lényegesen alacsonyabb, mint a humuszvesztés mértéke. A 3. képen látható fehér foltok azt mutatják, hogy a talaj az alapkőzetig lekopott.

III.4 A zöldtrágya

Zöldtrágyázáskor a növényállományt virágzás előtt talajba forgatják, hogy növeljék a talaj termékenységét. Hazánkban a legelterjedtebb módszere tarlóvetés. Sokakat megtéveszt a "zöldtrágyázás" kifejezés. A magyarországi gyakorlat pontosabb leírása a "vetésközi vetés" lenne. A növényi részek felhasználása a talaj szerkezetének javítására azonban nem új koncepció. A zöldtrágya olyan növény, amelyet kifejezetten azért termesztenek, hogy a talajba forgatva, a lebomlás révén javítsák a talaj termékenységét (Pandey és Singh, 2016). Ez csökkenti a szükséges műtrágya mennyiségét és növeli a talajéletet, ami számos olyan kémiai és fizikai folyamathoz járul hozzá, amelyek elengedhetetlenek a tápanyagciklusok felgyorsításához, a talaj által felvehető tápanyagok mennyiségének növeléséhez és a tápanyagellátáshoz.

III.4.1 Zöldtrágyázás története

A zöldtrágyázás a mezőgazdaság történetében több sikeres időszakot élt meg napjainkig. A mezőgazdasági termelés első évszázadaiban ez játszotta a vezető szerepet mivel más megoldás nem létezett. A termőföldet hosszú időre, akár több vegetációs ciklusra is kivonták a termelésből, pihentették, (ugaroltatták) hogy ne merítsék ki a tápanyagkészleteit. Így a földet a természet magától zöldtrágyázta, mivel a gyomok gyökeret vertek, elborították és védték a talajfelszínt. A gazdák ekkor kezdték tapasztalni, hogy az ilyen talajok javítják a terméshozamot. De az a kérdés, hogy miért volt ilyen sikeres a terület rekultivációja, sokaknak fel sem merült. A talajt gyomok, főnövények és egyéb magvak keveréke borította, amelyek a környezeti hatások (szél/víz/madarak/emlősök) miatt a talajban maradtak, és amelyek sokkal nagyobb zöldtömeget biztosítottak, mint a szántóföldi kultúra. A talajba forgatott növényközösség által képződött szervesanyag-biomassza mikrobák és talajlakó szervezetek milliói számára nyújtott táplálékot. Ahogy a talaj újra életre kelt, nitrogén-, kálium- és foszfátvegyületeket termelt, ami a kultúrnövénynek a magból való növekedéshez szükséges tápanyagokat biztosította. Ez azonban 3-5 évet vett igénybe. A szerves trágyák talajtermékenység-gazdálkodásban betöltött szerepének felismerése a zöldtrágyázás elhagyásához vezetett, ez nem történt meg azonnal.

A szervestrágya kijuttatásával, sőt helyes kezelésével is sokáig problémák adódtak. Nehéz fizikai munkát jelentett a célfelületre juttatása, szétterítése, majd bedolgozása. A szerves trágyázás gépesítése jelentős sikereket ért el, és némileg csökkentette a zöldtrágya használatát.

Ahol nem az állattenyésztés volt a fő szempont, ott gyakori volt a zöldtrágyázás/pihentetés vagy kaszálók fenntartása. A műtrágyák gyorsan megjelentek és elterjedtek, egyre fejlettebb alkalmazási technológiákkal és egyre professzionálisabb felhasználással. Mindez az állatállomány csökkenése és koncentráltabbá válása mellett történt. Ennek következtében a zöldtrágyázás fontossága teljesen feledésbe merült. A műtrágya előnyei a zöldtrágyával és az istállótrágyával szemben a kényelem, a gyorsaság, a hatékonyság és az eredményesség tekintetében olyan nagyok, hogy az utóbbiakat ma már alig használják. Az emberek nem szeretnek várni, ezért a költséghatékonyság mellett az eredményorientáltság a második fő kritérium. A világháborúk idején a műtrágyahiány vagy a műtrágyához való hozzáférés nehézségei miatt a zöldtrágyázás rövid ideig tartó reneszánsza következett be. A kormány számos kísérleti területet hozott létre az állami tulajdonú gazdaságokban, hogy tájékoztatást nyújtson a gazdáknak. Fontos cél volt annak megállapítása, hogy mely növények vannak negatív hatással a főnövényre, és hogy milyen kombinációk és keverékek a leghatékonyabbak a tápanyagdúsítás szempontjából. A történelem során mindig is voltak termelők, akik megértették a zöldtrágyázás előnyeit, és a talaj termékenységének javítására, megőrzésére használták.

III.4.2 A zöldtrágyázás előnyei

Bizonyos határokon belül a talaj fizikai és kémiai tulajdonságai állandónak tekinthetők. Ez azt jelenti, hogy a különböző talajok e tulajdonságok alapján különböző kategóriákba sorolhatók. Megfelelő műveléssel a "csupasz" talajokon is jó eredményeket lehet elérni. Ennek egyik eszköze a talaj fizikai tulajdonságainak átmeneti javítása, megfelelő növényfajok és -fajták termesztéshez való kiválasztásával. Ebben lehet segítségre a zöldtrágyázás. Bár trágyázásnak nevezik, nem ad a talajnak tápanyagot, ha a felhasznált növények nem rendelkeznek nitrogénmegkötő baktériumokkal. Ezekkel, a fajokkal szimbiózisban élő baktériumok valójában képesek a légköri nitrogént (nitrogénvegyületeket) megkötni és átalakítani, amely aztán a következő növény számára elérhetővé válik. A csillagfűrt a legjelentősebb ezek közül, és a mezőgazdaság kezdete óta használják a talaj termékenységének növelésére. Egyes fajták nem rendelkeznek a hatékony felhasználáshoz szükséges kalciumtűrő képességgel. A savanyú, homokos, vulkanikus vagy egyébként mészhányos talajokon a legjobb választás a talaj nitrogénnel való dúsítására.

A zöldítési rendeletben felsorolt, nitrogéndúsításra felhasználható fajok a következők: lóbab, szegletes lednek, takarmánybükköny, alexandriai here; fehér, sárga és kék virágú csillagfűrt; somkóró, perzsa here, vörös here, fehér here, korcs here, szöszös bükköny, bíborhere, pannon bükköny és takarmány baltacim.

A zöldtrágyázásra számos növény használható, nem csak pillangós növények. A választásnál nem mindig a nitrogénmegkötő képesség a legfontosabb szempont. Segítségre lehetnek a fonálférgek vagy más talajkórokozók biológiai védekezésében is. Ugyanis ez esetben választható olyan növény keverék, ami megfékezi, blokkolja a kártevőt vagy kórokozót speciális vegyületeivel. Ha a talajszerkezet javítása a prioritás, akkor a nagy zöldtömegű fajok és fajták jöhetnek szóba. Ha a talaj nitrogén- és egyéb makro-, mezo- és mikrotápanyag-tartalmát szükséges javítani, akkor a hüvelyesek bizonyulnak jó választásnak.

A talaj természetes állapotában nem létezik fedetlenül. Minden talajt díszít valami, legyen az szándékosan ültetett növény, vagy ennek hiányában a természet által növesztett gyomnövénytakaró. A homokos, lejtős, erózióra és deflációra hajlamos területeken elengedhetetlen a folyamatos növénytakaró fenntartása. Ez különösen igaz a nagy csapadékkal sújtott régiókban vagy a heves csapadékos időszakokban. Jelenleg azonban az évszakok többnyire inkább szárazak, mint nedvesek. Ezért az öntözés beépítése a termesztési technikákba egyre gyakoribbá válik a megbízható termelés biztosítása és a termelés növelése érdekében.

Ezek a területeken a zöldtrágyázás is egyre fontosabbá válik, mivel a nagy mennyiségű öntözővíz károsíthatja a talajt, mivel fontos vegyületeket old ki a talaj felső rétegeiből, amelyek létfontosságúak a következő termés számára. Ennek elkerülése érdekében ajánlott a betakarítás után a lehető leghamarabb elvégezni a tarlóhántást és változatos fajokat ültetni tarlóvetés gyanánt. Az erre a célra ideális növények különféle elvárásoknak képesek megfelelni: nitrogénmegkötő képesség, gyors növekedés, rövid tenyészidőszak, gyors tápanyagfelvétel és -beépülés, jó talajborítás, hatékony gyomirtás és a rendelkezésre álló víz hatékony felhasználása. A jó zöldtrágyanövény hatásai termesztési régiótól függően változhatnak. Ami Észak-Magyarországon jól működik, az nem biztos, hogy a nyugat-magyarországi területen megfelelő és fordítva. Ezért a kultúrák közötti komponensek kiválasztásakor fontos figyelembe venni az éghajlatot, a domborzati viszonyokat és egyéb, az adott területre jellemző tényezőket. Nem mindig a legolcsóbb megoldás a legkedvezőbb.

III.4.3 A zöldtrágyázás hátrányai

Nincs olyan zöldtrágyanövény, amely Magyarország akármelyik pontján ültetve mindig jótékony hatást eredményez a talaj termékenységére. Minden növényfajnak vannak pozitív és negatív tulajdonságai is, ezért fontos, hogy ezeket figyelembe vegyük, amikor kiválasztjuk az adott területre megfelelő fajt. Bár a zöldtrágyázásnak rengeteg pozitív hatását ismerhettük meg a fentiekben, azonban fontos tisztában lenni az esetleges hátrányokkal is. A pillangós fajok hátrányai a fejlődés, a vetőmagköltségek, a növények nyugalmi állapotának és szívósságának tekintetében igen jelentősek lehetnek, ha időhiány van. Továbbá nem reális, hogy két hónapos fenntartási idő alatt jelentős mennyiségű nitrogénmegkötést várjunk. Ezek mind biológiai korlátok, azonban a rossz termesztési technikák súlyosbíthatják a pusztító hatást. Bizonyos területeken a zöldtrágya helytelen használata nem javítja a talaj termékenységét, sőt, jelentős csökkenést okozhat.

A zöldtrágya optimális felhasználása nem feltétlenül jelenti azt, hogy nagy tömeget kell használni. Minden talajtípusnak megvan a maga bomlási és szervesanyag-átalakulási üteme. A homok például képes lebontani még a legnagyobb tömegű zöldtrágyát is, amelyet aláforgatnak, míg a tömör, levegőtlen talajok miatt a zöldtrágya elszenesedhet, mielőtt lebomlana.

A zöldtrágyázással kapcsolatos pozitív tapasztalatok biztosítása érdekében ajánlott tanácsot kérni tanácsadók vagy a terület szakértőitől. Ha a zöldtrágyázást helytelenül végzik, az a következő termés hozamának csökkenéséhez, a növény-egészségügyi problémák növekedéséhez vezethet. Ezért fontos, hogy a talaj termékenységének maximalizálása érdekében a megfelelő fajokat és módszereket alkalmazzuk a zöldtrágyázáshoz.

IV. Zöldtrágya növények használatának vizsgálata és eredményei

2011. november 9-én a Bioforschung Austria biogazdálkodási kutatóintézet, az Osztrák Agrárkamara, a Maschinennung Hollabrunn, a Bio Austria és a stockeraui Schmidt család az Európai Unió támogatásával tanácskozást szervezett a Bécstől 20 km-re fekvő Stockerauban. Az előadás a talajművelési és vetési technikák különböző kombinációit mutatta be. A Biocont Magyarország Kft. négy munkatársa is részt vett a rendezvényen, tapasztalataikról a Biokontroll Hungária weboldalán található cikkben számoltak be.

A kísérletek a Schmidt család területén zajlottak, akik 1999-ben tértek át biogazdálkodásra, és viszonylag nagy, több tíz hektáros területet birtokolnak. Elsősorban korai burgonyát, cukorrépát, hibrid vetőmagkukoricát és gabonaféléket termelnek. A talaj tápanyag - utánpótlása érdekében másodvetésű takarónövényeket ültetnek, amelyeket zöldtrágyaként használnak. A takarónövények hatásának vizsgálatához a kísérleti területet 28 darab 70x9 méteres parcellára osztották, ami lehetővé tette a különböző pillangósok, keresztesvirágú takarónövények kombinációinak megfigyelését.

A kísérletben 6 különböző vetőmagkeveréket vetettek el, a legnagyobb arányban nagymagvú pillangósokat (pl. lóbab, mezei bab és takarmányborsó). A keverék kisebb hányada aprómagvú növényekből állt (pl. hajdina, facélia, alexandriai here, olajretek, mustár, gomborka, cirok, kerti zsázsa, бүдöske, körömvirág).



8. ábra Humuszban gazdag felső talajréteg (Forrás: <https://www.biokontroll.hu/aktiv-talajvedelem-es-oekologiai-tapanyagsutanpotlas-zoeldtragya-noevenyek-termesztesevel/>)

A talajszelvény feltárása során a talajréteg felső 40-50 cm-es rétegében határozott sötét humuszréteget találtak, ami valószínűleg a sokéves takarónövény-használatnak köszönhető. Megfigyelték az egyes növények gyökérzetét is, amelyek mélyen és sűrűn behálózta a talajt, ezzel hozzájárulva a talaj porózus szerkezetéhez. A földigiliszták a talaj ezen pórusait használják útvonalként, és nélkülözhetetlenek a talaj kialakulásához és termékenységéhez. A Bioforschung Austriától Dr. Wilfried Hartl igazgató és projektvezető ismertette a földigiliszták fontosságát. A földigiliszták nemcsak a különböző növényi részekből, gombákból és baktériumokból származó szerves anyagokat fogyasztják, hanem nagy mennyiségű, szervesetlen ásványi anyagokat tartalmazó talajrészecskéket is. Ahogy bélrendszerükön keresztül megemésztik ezeket a részecskéket, a szerves anyagot stabil, nitrogénben gazdag humuszkomponensre bontják. Emellett a földigiliszták járataikkal szellőztetik a talajt és javítják annak vízgazdálkodását. Tehát a termékeny, élő talajhoz elengedhetetlen a nagyszámú földigiliszta jelenléte. Az életfeltételeik támogatása érdekében a kímélő talajművelést kell folytatni, kerülni kell a monokultúrát, és vetésforgót kell alkalmazni. A házigazdával, Stefan Schmidttel folytatott beszélgetés során kiderült, hogy a biogazdálkodásra való áttérésük zökkenőmentesen zajlott. A műtrágyák használatát hatékonyan tudták helyettesíteni a takarónövényekkel, és a talaj szerkezetében és termékenységében is javulást tapasztaltak. A természetes biogazdálkodásnak köszönhetően a termények növekedése is kiegyensúlyozottabbá vált.

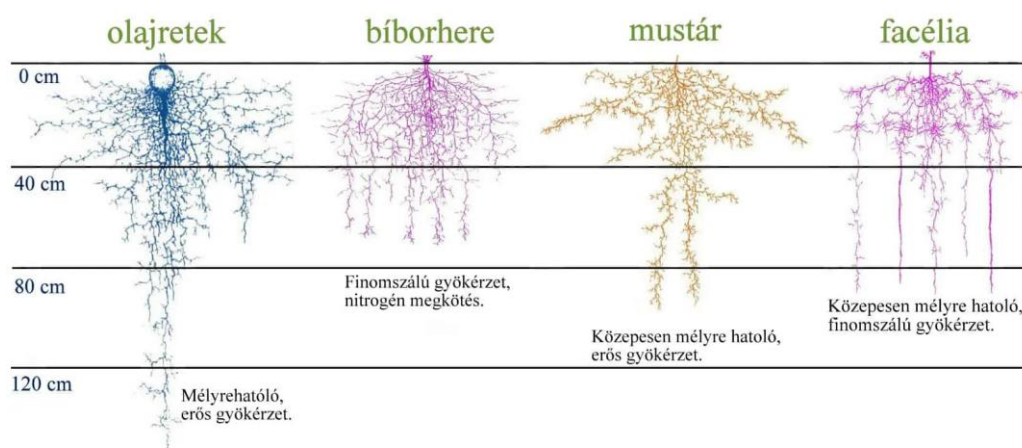
A takaró növények használatának igazolt előnyei:

- segíthetnek csökkenteni a talajfelszín párolgását és a széleróziót
- árnyékolás és az allelopatikus hatások biztosítása érdekében segít csökkenteni a gyomfertőzést.
- hozzájárulnak a talaj vízvisszatartásának és vízháztartásának javításához, mivel minél nagyobb ---
- tömegben, és minél mélyebbre hatolnak gyökereik a talajba, annál több optimális átmérőjű pórus jön létre.
- a hosszú, porózus pórusok utat biztosítanak a földigilisztáknak, valamint a talajban élő más élőlényeknek, ami növeli a talajélet és a humusztartalom mennyiségét.
- javul a talaj víz- és tápanyagraktározó képessége, valamint a környezeti ingadozásokkal szembeni pufferképessége.

- az ásványi anyagok kimosódásának valószínűsége csökken
- pillangós virágú növények használata nagy mennyiségű nitrogénmegkötésre képes
- élőhelyként és/vagy táplálékforrásként szolgálhatnak számos hasznos faj számára.

A kiszórásra kerülő vetőmagkeverékeknek meg kell felelniük a következő követelményeknek:

- A keverékben sokféle növényfaj szerepeljen a biológiai sokféleség érdekében
- Száz százalékgig mentes legyen a gyommagvaktól
- Különböző kelési és virágzási időpontokkal rendelkező fajok alkalmazása a méhek, illetve hasznos rovarok vonzására
- A talaj lazítás érdekében gyorsan mélyen gyökerező fajok használata (pl. takarmánybükköny, lednek)
- Sekélyen gyökerező vékony gyökérzettel rendelkező fajok használata (pl. hajdina)
- Eltérő magasságú növények alkalmazása a talaj feletti szintek létrehozása érdekében (pl. facélia)
- A nitrogén megkötés érdekében lealább kettő pillangós fajt tartalmazzon a keverék (pl. herefélék, lóbab, lednek)
- Kálium és foszfor mobilizálására képes fajok használata (pl. facélia segít felvehetővé tenni a foszfort a hajdina pedig káliumot juttat a talajba)



9. ábra Zöldtrágyanövények különböző felépítésű gyökérzete (Forrás: <https://www.biokontroll.hu/zoldtragyazas-szerepe-az-okologiai-gazdalkodasban/>)

Következtetések:

Magyarországon a másodvetésű zöldtrágya növények használata még igen kezdeti stádiumban van. Az ezt alkalmazó termelők nagy része leggyakrabban fehérmustár és olajretek magkeveréket vet. Valójában még nem alakult ki ennek a kultúrája és a tudományos háttere sem eléggé vizsgált. Viszont az egyre növekvő energia és inputanyag árak miatt a jövőben a konvencionális termesztők körében is fel fognak értékelődni az alternatív megoldások, a jövedelmező, professzionális biogazdálkodásnak pedig elengedhetetlen részét kell képeznie a fajgazdag zöldtrágyázásnak. Hazánkban az utóbbi években a késő nyári csapadékhány szelsőséges időjárási viszonyokat okoz, ami problémát jelent. Sokszor az elvetett apró magok nem csíráznak ki, vagy nem nőnek megfelelő méretűre. Osztrák szomszédainktól azonban példát vehetünk, és sikeresen kezelhetjük ezt a problémát, a másodvetés ideális időpontját megválasztva, vízvisszatartó termesztési technikákat alkalmazva.

V. Összefoglalás

A szakdolgozatom célja a talaj tápanyag-utánpótlásának vizsgálata, különös tekintettel a humusz fontosságára és a zöldtrágyázásra. Napjainkban egyre nagyobb teret nyer a mezőgazdaságban is a fenntartható módszerek alkalmazása legyen szó növényvédelemről agrotechnikáról vagy éppen a tápanyag visszapótlásról. Fontos, hogy ne a megszokott gyakorlatok alapján végezzük a talaj tápanyagutánpótlását. Ismernünk kell talajaink tápanyagkészletét, hogy tudjuk mire van szüksége, mely módszere a talajvizsgálat. A talajvizsgálat során megismert paraméterek alapján eldönthetjük, hogy milyen trágyázást érdemes alkalmazunk.

Dolgozatomban a műtrágya egyik természetes alternatíváját a zöldtrágyázás előnyeit és hátrányait vizsgáltam. Jó megoldásnak bizonyulhat mert tápanyagai hosszútávon is elérhetőek maradnak a talajban, továbbá hozzájárul a talaj szerkezetének javításához, mivel a növényi gyökök megtartják a talajt, és segítenek csökkenteni a talajeróziót. Azonban plusz tápanyagot csak a pillangós virágú növények képesek a rendszerbe juttatni. A zöldtrágyázás további előnye, hogy a zöld növények által termelt szerves anyagok a talajban lévő mikroorganizmusok számára is táplálékot jelentenek, amelyek elősegítik a talaj biológiai aktivitását és egészségét. A műtrágyák ásványi hatóanyagait ugyan a mikroorganizmusok is hasznosítják, csak azok általában nem szerves formájúak, így önmagukban nem elegendőek a szaprofita szervezetek fennmaradásához. Ezért jó a szervesanyag visszapótlással párosuló műtrágyahasználat. Viszont érdemes odafigyelni a műtrágyák kijuttatásának mennyiségére mert hosszú távon káros hatással lehet a talajra és a környezetre. Mivel a túlzott használata növelheti a talaj sótartalmát és a környezetbe kerülő nitrogén és foszfor mennyiségét.

Továbbá a dolgozatban áttekintem a két tárgyalt trágyázási mód történetét és a talaj tápanyag-ellátásának alapvető mechanizmusait, és bemutatom a humusz szerepét a talaj minőségének javításában és a növényi terméshozam növelésében. Részletesen tárgyalom a humusz képződésének folyamatát, és bemutatom, hogyan lehet növelni a humuszmenyiséget a talajban.

A zöldtrágya használatával szeretnék figyelmet fordítani a talajtakarás fontosságára is hiszen szembeűnő a különbség abban ahogy az ember és ahogy a természet (erdő) műveli a talajt. Az erdőben, réten mindig be van takarva talaj azonban a szántóföld egész télen csupasz. A csupasz talaj jobban ki van téve az erózióknak és könnyen elveszti értékes humuszrétegét. A „köztes növények” alkalmazása ezért is nyújt jó megoldást.



10. ábra Leforgatás előtti zöldtrágyatömeg (Forrás: <https://agraragazat.hu/hir/a-zoldtragyazas-hatasa-a-talajtermekenysagre/>)

VI. Irodalomjegyzék

1. Stefanovics Pál- Filep György- Fülek György: Talajtan Mezőgazda Kiadó, Budapest 1999
2. Horváth J.- Szabó J.: A humusz jelentősége a talaj termékenységében (Kut.-Fejl. Tanulmány MTA TAKI. Bp. 2006)
3. Arany S.: A szikes talaj és javítása (Mg. Kiadó. Bp. 1956)
4. Debreczeni B.-né: A talajok humuszminőségének és környezetvédelmi kapacitásának változása műtrágyázás hatására. (Agrokémia és Talajtan, Bp. 1977)
5. Filep Gy.: Talajtani Alapismeretek (DATE, Debrecen 1999)
6. Győri D.: A talaj termékenysége (Mg. Kiadó Bp. 1984)
7. Hargitai L.: A humusz polifunkcionalitása, a környezetkímélő tápanyag-gazdálkodás és a káros szennyezések közötti összefüggés (Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kiadó Bp. 1990)
8. Jakab S.: A talaj szervesanyaga a humusz (Erdélyi gazda Kolozsvár 1998)
9. Lehotczki I.: A talaj szervesanyag-gazdálkodása és a szervesanyag-utánpótlás (Őstermelő Gazdálkodók lapja, Bp. 2005)
10. Papp S.: Humuszanyagok a környezeti rendszerekben (Magyar Kémikusok lapja Bp. 2002)
11. Stefanovits P.: Talajvédelem, környezetvédelem (Mg. Kiadó Bp.-1977)
12. Stefanovits P.: Talajtan (Mg. Kiadó Bp.-1999)
13. Takáts M.: Humusz-fém kapcsolatok ásványi- és szerves talajokon (Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem Kiadó Bp. 1993)
14. Wojtaszek M.: Erodált területek humusztartalom és reflektancia összefüggések vizsgálata, távérzékelés alkalmazása a talajvesztés becslésében (Kandidátusi Értekezés Bp. 1993)

Internetes források:

1. Szarka Anna Tápanyagutánpótlás
https://www.nive.hu/Downloads/Szakkepzesi_dokumentumok/Bemeneti_kompetencia_k_meresi_ertekelesi_eszkozrendszerenek_kialakitasa/20_2220_003_101215.pdf
(Letöltés dátuma: 2023. 04. 18.)
2. Bogdán Zoltán Innotéka magazin 2015. július
http://talajeszviz.kertk.szie.hu/sites/default/files/files/BB_szakmai%20n%C3%A9vjegyz%C3%A9k/Talajmen%20bajok_Innoteka_.pdf (Letöltés dátuma: 2023.04.18.)
3. MezőHír-2021/06. lapszám cikke - 2021 június 26.
<https://mezohir.hu/2021/06/26/mutragyazas-tortenete-mezogazdasag/>
(Letöltés dátuma: 2023.04.20.)
4. Dr. Horváth Jenő A humusz megóvása talajvédelmi gazdálkodással Agroforum Online
<https://agroforum.hu/szakkikkek/tapananyag-utanpotlas/humusz-megovasa-talajvedelmi-gazdalkodassal/> (Letöltés dátuma: 2023.04.20.)
5. Dr. Nagy Ida, Nagy Nikolett Edit A zöldtrágyázás hatása a talajtermékenységre
<https://agraragazat.hu/hir/a-zoldtragyazas-hatasa-a-talajtermekenyssegre/>
(Letöltés dátuma: 2023.04.28.)
6. Kőrös Katalin – Pecnyik Béla 2011. június
<https://www.biokontroll.hu/aktiv-talajvedelem-es-oekologiai-tapanyagsutanpotlas-zoeldtragya-noevenyek-termesztesevel/> (Letöltés dátuma: 2023.04.30.)

NYILATKOZAT

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

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

Kelt: 2023 év 05. hó 02. nap

Sinka Judit
Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: 2023. év 05. hó 02. nap



Belső konzulens