

IV. TALAJTERMÉKENYSÉG ÉS TÁPANYAGUTÁNPÓTLÁS

1. Talaj termékenység

Az ökológiai gazdálkodás fő céljai közül kettő a talajhoz és annak termékenységéhez kapcsolódik:

- a természetes termékenység hosszútávú fenntartása;
- az alkalmazott termelési módszerekből eredő összes, a talajt fenyegető ökológiai kár megelőzése.

A talajtermékenység alapelemei a következők:

- a talaj biológiai aktivitása, „élő talaj”;
- a talaj szerves anyag tartalma és a terméssel történő tápanyag kivétel (tápanyag egyensúly), valamint a talajszerkezet és a tápanyagok állapota, hozzáférhetősége.

A mezőgazdaság egészének (növénytermesztés és állattenyésztés) léte szempontjából a talaj állandó tényező. A terméketlen talaj különféle agronómiai és gazdaságossági problémát vet fel az ökológiai gazdálkodó számára.

A talaj nem csak az ásványi részecskék egyszerű keveréke, hanem olyan dinamikus rendszer, amelyben a mikroszkópikus baktériumoktól és gombáktól a nagyobb rovarokig és talajlakó puhatestűig az élőlények sokfélesége található. Az „élő” talaj biztosítja a növények megfelelő fejlődéséhez a szerves anyagok lebomlását és a tápanyagok felszabadulását.

Az ökológiai gazdálkodásban a legtöbb tápanyag nem érhető el könnyen a növények számára. Legtöbbjük a talaj szerves anyagának (humusznak) a része, ezért különösen fontos a talajban nagyobb mennyiségű szerves anyag megléte.

A szerves anyag bomlása (mineralizáció) alapvető fontosságú a növények fejlődéséhez. Ha a folyamat nem optimálisan zajlik, a növények nem fejlődnek megfelelően, a terméshozam alacsony, nem tudják felvenni a versenyt a gyomnövényekkel, és kevésbé ellenállóak a kártevőkkel és kórokozókkal szemben.

Tápanyagok és körforgásuk a gazdaságban

A növényeknek növekedésükhöz és fejlődésükhöz szükségük van energiára, amit a napfényből nyernek, szénre és oxigénre, amihez a levegőből jutnak, valamint vízre és tápanyagokra, amit a talajból vesznek fel. Az ökológiai gazdálkodásban a termesztett növények fő forrása a talajban található szerves anyag, növényi maradványok és a talajtrágyázáshoz használt istállótrágya, mivel a műtrágyák használata nem megengedett.

A növények számára legszükségesebb tápanyagok a nitrogén, a foszfor és a kálium.

Az ökológiai gazdálkodás egyik fontos követelménye, hogy a gazdaság növény- és állatállományát amíg csak lehet, a gazdaságon belül, zárt rendszerben lássák el tápanyagokkal. A rendszerbe kívülről minimális mennyiségű tápanyag áramlik, és a lehetséges legalacsonyabb szinten tartják a tápanyagok kiáramlását is, így a gazdaságon belüli tápanyagvesztés minimális.

A tápanyagkörforgás rendszere a következő a gazdaságban:

A növények tápanyagokat vesznek fel a talajból. A termelt biomasszát az állatok takarmányozásában hasznosítják, ennek során azonban a takarmányban található tápanyagoknak csak kis hányada hasznosul, nagy része a trágyával és egyéb növényi maradványokkal visszakerül a talajba. A

növényi maradvány és a trágya lebomlik, a szerves anyag mineralizálódik, és a kikerült elemi részeket ismét a növények veszik fel.

A gazdálkodó célja, hogy ezt a körforgást minél szorosabbra zárja, például azzal, hogy csökkenti a gazdaságon belüli tápanyagvesztést. Ez leginkább a vegyes, növénytermesztő-állattenyésztő gazdaságokban érhető el a fenti leírtaknak megfelelően.

A sikeres ökológiai gazdálkodáshoz a tápanyag körforgás valamennyi részletének alapos ismerete szükséges. A gazdálkodónak tudnia kell a különféle termesztett növények tápanyagigényét, illetve azt, hogy a talajból kivont tápanyagok vesztesége hogyan csökkenthető és visszajuttatásuk hogyan növelhető, valamint ismernie kell a talajművelés és a vetésciklus hosszú távú hatásait.

A gazdaságon belüli tápanyagforgalomban közvetlenül érintett elemek legtöbbször a talaj szerves anyagában (60-100 t/hektár), az adott pillanatban termesztett növény szerves anyagában (1-10 t/hektár) és a trágyában tárolódik.

Az ökológiai gazdálkodásban a növények számára a legfőbb tápanyagforrás a talaj szerves anyag tartalma, amelyben megvan a növény számára szükséges összes tápanyag. A szerves anyag ezen kívül energiaforrással szolgál a mikroorganizmusok élettevékenységéhez valamint testük felépítéséhez is. A gazdálkodónak éppen ezért mindent meg kell tennie a talajban lévő szerves anyag mennyiségének minél nagyobb arányú növeléséhez. A növényi maradványok semmiképpen nem dobhatók vagy égethetők el, azokat a talajba vissza kell dolgozni vagy komposztálni kell. A zöld növények visszadolgozásával, a fűféle-hüvelyes keverék vagy a zöld trágya beszántásával könnyen hasznosítható energiával látjuk el a talajt. Ez serkenti a talajorganizmusok fejlődését, növeli a szerves anyag lebomlását és a

tápanyagok talajba jutását. A hirtelen aktivitásnövekedés azonban csupán két vagy három hétig tart. A növényi maradványokat általában a tavaszi vetés előtt (zöldtrágyázás) vagy a betakarítás után lehet leszántani vagy betárcsázni. Emiatt a vegetáció későbbi szakaszában, amikor kevesebb a felszabaduló tápanyagok mennyisége, tápanyaghiány léphet fel.

A gyökérzet és a mikroorganizmusok kapcsolata

A hajszálgökerek közvetlen közelében a mikroorganizmusok száma 100-szor vagy akár 1000-szer nagyobb, mint a talaj többi részében. A növény gyökérzete a fotoszintézissel előállított energia 5-20 %-át használja fel gyökérszedők kiválasztásához.

Minél hosszabb az aktív gyökérzet, annál tovább biztosít állandó energiaforrást a mikroorganizmusoknak, lehetővé téve hatékony működésüket. Cserébe azok lebontják a szerves anyagot és tápanyagot szolgáltatnak a növényeknek.

A kölcsönös együttműködés vagy szimbiózis pontosan igazodik a növények igényeihez, mely a virágzást megelőző (vegetatív) időszakban a legnagyobb. Ebben a periódusban a leggyorsabb a gyökérzet növekedése és a legnagyobb mértékű a gyökérszedők kiválasztása.

A gazdálkodó elősegítheti ezt a folyamatot azzal, hogy megteremti a megfelelő körülményeket a gyökérzet és a növény növekedéséhez, valamint a vetéskor hosszú vegetációs idejű növényeket illeszt, amik a talajorganizmusok számára táplálékot biztosítanak, miközben a haszonnövényt learatja.

A földigiliszták jelentősége

A földigiliszták száma a talaj termékenységének mutatója. Az ökológiai gazdaságban a földigiliszták száma átlagosan 300-500 között van négyzetméterenként, míg egy hagyományos kukoricaföldön a számuk 50-100 db/m². A földigiliszták nagy populációja azt mutatja, hogy a talajban sok más szerves anyag-bontó organizmus él, pl. baktériumok, gombák és nagyobb rovarok. Ezért a földigiliszták a talajtermékenység indikátorainak tekinthetők, és képet adnak a talaj biológiai aktivitásáról.

A földigiliszták jelentősége az alábbiakban mutatkozik meg:

Bio-pórusok kialakítása, amelyek nélkülözhetetlenek a talajban történő gázcseréhez, biztosítják eső után a víz megkötését és a többlet vízmennyiség elvezetését.

Szerves anyagok bontása – a talajba visszakerülő szerves anyagnak kb. 80 %-át tudják lebontani a földigiliszták, ami hektáronként kb. 100 tonna gilisztaürüléket jelent évente.

Földigiliszták – a talaj karbantartói – a talajban maradó gilisztaürülék apró, optimális póruseloszlással rendelkező, vízálló aggregátumokat képez.

A földigiliszták táplálék igénye – a szerves trágyák növelik a földigiliszták számát. Az istállótrágyázott területeken, illetve ahol fű, fűféle-hüvelyes keverék vetésforgót vagy zöldtrágyát alkalmaznak, a földigiliszták száma kétszer annyi.

Nitrogénmegkötő baktériumok

A nitrogénmegkötő baktériumok az ökológiai gazdaság egyik alappillére jelentik. Az ökológiai gazdaságban a nitrogén csaknem teljes mennyisége az atmoszférából származik. A nitrogén műtrágyák gyártása során 1 kg nitrogén előállításához 1 liter tüzelőanyagot használnak, miközben a hüvelyes növények gyökérzetén élő baktériumok ugyanezt ingyen állítják elő.

A légköri nitrogén megkötése kitűnő példája a növény gyökérzete és a baktériumok közötti együttműködésnek. Ezek a baktériumok a hüvelyes növények (bab, lencse, borsó, szója, lóhere, lucerna, stb.) gyökerén élnek, ahol speciális gümöket fejlesztenek.

Az összes hüvelyes egy speciális baktériummal fertőzött. A gümő belsejében a baktérium nitrogént vesz fel a levegőből és ammónium nitrogénné alakítja, amit a növény asszimilál. A baktérium energiaforrása a növénytől kapott szénhidrát. Cserébe a növény felhasználja a baktérium által megkötött nitrogén egy részét. A növény elpusztulásakor a gümők lebomlanak és a bennük tárolt nitrogén elérhető válik a következő növény számára.

A megkötött nitrogén éves mennyisége függ a növény fajtájától, a termesztett növény növekedési erélyétől, az adott év termesztési körülményeitől és a termőterület adottságaitól, valamint a talajban lévő nitrogén mennyiségétől (1. táblázat)

1. táblázat: Néhány hüvelyes nitrogénmegkötő képessége

Haszonnövény	Megkötött N (kg/ha/év)	Szélsőértékek
Fűféle- lóhere keverék 1. és 2. évben	200	150 - 300
Fűféle – lóhere keverék 3. évben	100	70 - 150
Legelő	50	40 – 70
Lucerna	250	200 – 350
Lóhere zöldtrágyázás (egész év)	150	100 – 300
Lóbab	180	
Csillagfűrt	180	
Borsó	140	
Lóhere	140	150 – 250

A haszonnövények növekedési rátája. A vegetációs időszak elején a hüvelyes növényekben a nitrogén megkötés alacsony, legerősebb a virágzás időszakában. Ezt követően a nitrogénkötés mértéke a beérés idejéig csökken. Ha a növényt legeltetik vagy kaszálják, új vegetációs periódus kezdődik, és újra megnő a nitrogénkötés mértéke. Emiatt a fűféle-hüvelyes keverékek és a lucerna kétszer annyi nitrogént kötnek meg, mint más, egyéves hüvelyesek.

Termesztési feltételek. Hűvös és nedves körülmények között a nitrogénmegkötés mértéke alacsonyabb, mert gyengébb a fotoszintézis (kevesebb az energia) és kisebb mértékű a levegőcsere a talaj nedvessége miatt. Nemcsak az oxigénnek, hanem a nitrogénnek is be kell jutnia a talajba. A rossz talajszerkezet hasonló negatív hatásokat eredményezhet.

A talaj nitrogéntartalma. Ásványi nitrogén jelenléte a talajban korlátozza a nitrogén megkötését.

A fűféle-hüvelyes keverék nitrogén megkötő képessége. Évelő fűfélék és legelők esetében a folyamat a következő. A vegetációs időszakban néhány gümő és baktérium elpusztul és bomlásnak indul, miközben tovább növekvő fűfélék felveszik a felszabaduló nitrogént. A növekedés előrehaladtával a haszonnövények egyre több és több nitrogént vesznek fel a lóherétől a séma szerint, jóval többet, mint amennyit maga a lóhere.

A fűféle-hüvelyes keverékek nitrogénkötő képessége függ az éghajlati körülményektől és a talaj szerkezetétől. Egyéb, a folyamatot befolyásoló tényezők például a fűfélék és a lóhere versengése és a kettő aránya a gazdaságban.

Talaj mikorrhiza és növények tápanyagellátása

A legtöbb termesztett növény együtt él valamilyen mikorrhizának nevezett, gyökérszálhoz kötődő gombával, ami a szimbiózisnak egy speciális fajtája. Nem minden haszonnövény „működik együtt” a mikorrhizával, ilyenek a keresztesvirágúak (repce, mustár, káposzta, stb.) és a cékla.

A gomba megtelepszik a hajszálgyökereken, és a gyökérsejtekben vagy a sejtek közötti térben növekszik, ahonnan szerves tápanyagokat (energiát) kap. A fotoszintézissel eltárolt energiának kb. 20 %-át tudja a növény ily módon hasznosítani.

A gomba tápanyagot szolgáltat a növényeknek

A fenti szimbiózis révén a növények a talaj jóval nagyobb részéből tudnak tápanyagot nyerni, mint amekkorát a gyökereik beszönek. Ennek a talajoldatban szállítódó oldható tápanyagok (pl. a nitrogén) esetében nincs jelentősége, de különösen fontos az olyan elemeknél, amelyek nem könnyen oldódnak vízben, mint például a foszfor és a mikroelemek (pl. réz, cink, mangán).

Nagyobb mennyiségű szerves anyag jelenléte kedvez a gombák fejlődésének. Megállapították, hogy az ökológiai gazdálkodásban a mikorrhiza gombák jóval aktívabbak, mint a hagyományos mezőgazdaságban.

Mikorrhiza és zöldségtermesztés

Zöldségek esetében a vetésforgó megtervezésekor figyelembe kell venni a mikorrhiza hatásait. Keresztesvirágúak termesztésekor a mikorrhiza populáció lecsökken és egyetlen tenyészidőszak alatt nem is állítható vissza teljes egészében. Ez azt jelenti, hogy keresztesvirágú növény után nem jó

olyan növényt termesztetni, melynek gyökérzetén a mikorrhiza gyenge. Ez a zöldség-vetésforgóban különösen igaz a vörös és a póréhagyma esetében.

2. Növények tápanyag ellátása

A szerves trágyák mind a talajtermékenység fenntartásának eszközei – istállótrágya, komposzt, zöldtrágya

Az istállótrágya, a komposzt és a zöldtrágya a szerves trágyák csoportjába tartozik. Szerves trágya alkalmazásával javul a talaj minősége és nő a szerves anyag tartalma. A szerves trágyák egyrészt tápanyagforrást jelentenek a növény számára, másrészt javítják a talaj fizikai tulajdonságait: a nedvesség megtartó képességet, a szellőzést, a vízelvezetést és a talajszerkezetet. A talajökoszisztéma számára energia- és tápanyagforrásként szolgálnak.

Istállótrágya

Az ökológiai gazdálkodásban kiemelkedő szerepe van az állattenyésztésből származó trágyának és a gazdaságban keletkező növényi maradványoknak. Az istállótrágya értékes forrás, amely bezárja a tápanyag körforgást, lehetővé téve, hogy a nitrogén a hüvelyesekből és a takarmánynövényekből visszajusson a talajba, ahonnan elérhető a következő növény számára.

A jogszabályok értelmében az ökológiai gazdálkodásban ökotermékek előállításához kizárólag ökológiai gazdaságból származó istállótrágyát lehet használni. A gazdaságban ezért állatokat is tartanak, amelyek hasznosítják a termesztett növényeket és a talajból felvett, majd a trágyával oda visszakerülő tápanyagokat.

Az istállótrágya állati ürülékből, vizeletből és alomból álló hulladék. Ezek határozzák meg a kémiai összetételét, ami változhat a következőktől függően:

az állatfaj (2. táblázat), az elfogyasztott takarmány és alomanyag minősége és mennyisége, a háromféle összetevő kölcsönhatása, stb.

2. táblázat: Különböző állatfajok trágyájának tápanyag- és víz tartalma

Állatfaj	Ürülék: vizelet arány	Nedvesség g H ₂ O (%)	Trágya(kg/t)		
			Nitrogén (N)	Foszfor (P ₂ O ₅)	Kálium (K ₂ O)
szarvasmarha	80 : 20	85	5	1.3	3.7
sertés	60 : 40	85	6.4	3.0	5.4
birka	67 : 33	66	11.0	3.5	10.8
baromfi	100 : 0	62	14.9	7.0	3.5
ló	80 : 20	66	7.4	2.2	6.5

Az istállótrágya a teljesértékű trágyák csoportjába tartozik, mert a növény számára szükséges valamennyi elemet tartalmazza. A trágyával visszakerülő tápanyagok fokozatosan alakulnak át a növények által felvehető formába a trágya mineralizációja során, amit a talaj mikroorganizmusai végeznek.

A friss trágya több okból nem alkalmas közvetlen trágyázásra:

- a benne lévő tápanyagok nagy része nehezen hozzáférhető a növények számára;
- a kedvezőtlen szén-nitrogén arány miatt a növény nehezen asszimilálja a nitrogént;

- jelentős mennyiségű életképes gyommagot tartalmaz és különböző patogének is lehetnek benne;
- nagy a térfogata, főleg a víztartalom miatt.

A trágyát e hátrányok kiküszöbölése érdekében bizonyos ideig tárolni kell. Ekkor intenzív mikrobiológiai folyamatok mennek benne végbe, amit fermentálásnak vagy komposztálásnak nevezünk.

A tárolás és fermentálás alatt külsőleg bizonyos változások következnek be, ez a folyamat négy részre osztható.

Friss, bomlásnak indult trágya, amelyben a szalma még megőrizte sárga színét és szilárdságát. A **félíg lebomlott trágya** színe sötétbarna. A szalma még kivehető, de elvesztette szilárdságát és nyomásra törik. A félíg lebomlott trágya térfogata a friss trágyához viszonyítva 20-30 %-kal kevesebb.

A **lebomlott trágya** fekete zsíros massa, a szalma még mindig észrevehető, térfogata az eredetihez képest kb. 50 %-kal csökkent.

Az **érett istállótrágya** kinézetre földszerű. Eredeti tömegének kb. 75 %-át elvesztette.

A trágya tárolásához speciális területre van szükség, legmegfelelőbb a vízelvezetési rendszerrel ellátott beton létesítmény, ami lehetővé teszi a csurgalék összegyűjtését. A tárolótér nagyságát az istállózás időszakában termelődő trágya mennyiségéhez kell igazítani, amikor az állatok nem tartózkodnak legelőn. Így a trágya a fermentációt követően használható és a gazdaságban termesztett növény igényeihez igazodva a legmegfelelőbb időpontban alkalmazható.

A szabadtéren tárolt trágya a párolgás és kimosódás miatt veszít tápanyagtartalmából, ami a nitrogént esetében a 20 %-ot, foszforát 7 %-ot, kálium esetében a 35 %-ot is elérheti. Ennek elkerülése érdekében javasolt a

trágyahalom lefedése polietilénből készült fóliával vagy olyan speciális anyaggal, ami nem engedi át az esővizet, de lehetővé teszi a trágya és a levegő közötti gázcserét.

Komposzt

A komposzt olyan szerves trágya, ami a mezőgazdaságból, háztartásokból és az iparból származó állati és növényi hulladékok kezdeti, egyszerűbb szerves vegyületekké bomlásából származik.

Az érett komposzt szerves maradványok összekeverésével és fermentációjával előállított humusz. Általában véve bármelyik szerves anyag komposztálható, a szalma, széna, gyomok, trágya, konyhai maradékok, levelek, növényi maradványok, konyhai hulladék, stb.

A komposzt tápanyag tartalma viszonylag alacsony, de jó talajjavító anyag.

- javítja a talaj szerkezetét
- növeli a talaj tápanyagmegtartó képességét
- csökkenti a talaj tömörségét és a felszíni kéregképződést
- csökkenti a műtrágya iránti igényt
- segíti a talajművelést
- segíti a gyökérnövekedést és a terméshozást
- javítja a talaj vízellátását és az aszálytűrő képességet
- megelőzi a növénybetegségeket
- megnöveli a mikroorganizmusok és a földigiliszták populációját
- komposztot általában szalmából, háztartási hulladékból, fakéregből, egyéb növényi maradványokból állítják elő.

Komposzt előállítás

A szerves anyag komposztálásakor alapvetően mikrobiológiai folyamatok játszódnak le, amik a bomló szerves anyag fizikai és kémiai tulajdonságait változtatják meg. A növényi maradványokban a bomlási folyamat beindulásához szükséges összes mikroorganizmus megtalálható.

A normál komposztálási folyamathoz megfelelő levegőzés, elegendő nedvesség és optimális tápanyagtartalom (szén:nitrogén arány) szükséges, hogy a komposzt halmon belül a mikroorganizmusok megfelelő tudjanak fejlődni.

A szerves anyag prizma megfelelő levegőzése különösen fontos a bomlási folyamatban részt vevő mikroorganizmusok légzéséhez (4. kép a fejezet végén). A komposztálási folyamat megfelelő oxigén ellátása érdekében a prizmát rendszeresen át kell forgatni (havonta egyszer).

Magas, keskeny prizmákat célszerű kialakítani, amelyek közepébe a levegő könnyen eljut, mert szélesebb prizmák belsejében anaerob körülmények alakulhatnak ki. A levegőzés javítható függőleges csövek beépítésével vagy a prizma alján légjáratok kialakításával.

A komposztálás sebessége függ a szerves anyag összegyűjtésének módjától, a kisebb darabokra aprítástól, az összekeverés módszerétől, stb. Ha a komposzt prizma összeállt, a mikroorganizmusok aktivitását meghatározó két fő elemet, a szenet és nitrogént könnyű kiegyensúlyozni. Az anyagokat lehet rétegezni, vagy jó módszer a rendszeres keverés is.

Az összeaprított szerves anyag könnyebben melepszik, gyorsabban lebomlik és homogén komposzttá alakul. A bomlás mértéke erősen függ a komposztálásra kerülő anyag nagyságától. A gyorsabb lebomláshoz nélkülözhetetlen a rostos anyagok finomra aprítása.

A normál komposztálási folyamat lejátszódásához az anyagnak nedvesnek kell lennie, de a túl sok nedvesség anaerob körülményekhez és rothadáshoz vezet. Az optimális nedvességtartalom a vízfellevő képesség 55-70 %-a közötti.

A nedvességtartalom könnyen meghatározható egy maréknyi bomlásnak indult anyag összenyomásával. Ha nem csöpög belőle víz, a prizma túl száraz, és fordítva, ha túl sok a folyadék, a komposzt prizma túl nedves. Az ideális az, ha vízcseppek jelennek meg a kezünkön, és ujjaink szétnyításakor az anyag egyben marad.

A komposzt prizma összeállításánál vigyázni kell a magas széntartalmú, úgynevezett „barna”, és a nitrogénben gazdag, „zöld”-nek nevezett anyagok megfelelő arányára. A száraz levelek, kukoricaszár, finomra aprított fa, faforgács és fűrészpor „barnának” számít. A friss zöld növények, mint pl. a frissen vágott fű, a talajtakaró és zöldtrágya növények, a trágya és a konyhai hulladékok nitrogénben gazdag anyagok. A lebomlás sebessége szabályozható a különböző típusok keverésével vagy arányuk változtatásával. A komposzt általában 4-6 hónap alatt készül el.

A szerves trágyák kijuttatásának időpontja

A szerves trágya kijuttatására legalkalmasabb a nagyobb talajmunkákat megelőző időszak (őszi mélyszántás előtt), mielőtt a vetésforgóban a következő növény sorra kerül. A gazdaságoknak ritkán van minden évben az összes növényhez elegendő mennyiségű istállótrágyájuk vagy egyéb szerves trágyájuk, ezért alapvető fontosságú annak eldöntése, hogy a rendelkezésre álló mennyiséget hol és mikor juttassák ki.

Az istállótrágyánál általános szabály, hogy olyan növények alá szórják ki, amelyek a legtöbb tápanyagot vonják ki a talajból. Ilyenek a zöldségek és

takarmánynövények, a kukorica, a gyökernövények, stb. A téli kalászosok (búza és árpa) általában az előző haszonnövény trágyázásából maradt tápanyagokat használják fel.

Bakhátas kultúrák esetében a trágyázást az őszi mélyszántás előtt kell elvégezni. A talajmegmunkálás célja a trágya olyan talajmélységbe juttatása, ahol a fő gyökértömeg fejlődik.

A talajra juttatást követően a trágyát minél hamarabb be kell szántani az ammónium evaporációjából eredő veszteség minimalizálása érdekében.

Zöldtrágya

A növények zöld, nedvdús részeinek a talajtermékenység növelése érdekében végzett beszántását zöldtrágyázásnak nevezzük. Az ökológiai gazdálkodásban, ahol a műtrágyák, gyomirtó szerek és talajfertőtlenítők használata tilos, a zöldtrágya alapvető eszköze a talajtermékenység fenntartásának. A zöldtrágya növények természetükön önmagukban, köztes növényként vagy alávetve, de a természetes növényzet (gyomnövények) is használható erre a célra.

A zöldtrágya talajminőségre és haszonnövényekre gyakorolt hatása sokrétű:

- Növeli a tárolt szerves anyag mennyiségét,
- Fokozza a tápanyag visszatartást,
- Aktivizálja a mikrobiológiai tevékenységet a beszántást követően,
- Csökkenti a kimosódásból eredő tápanyagvesztést a mélyebb talajrétegekben, ha nincs növény a területen.
- Csökkenti a talajeróziót, mivel a vetésforgó fő növényei közötti időszakban a zöldtrágya növények talajtakaróként szolgálnak és gátolják az eső és az elfolyó víz romboló hatását. Ez létfontosságú a lejtős területeken.

- A szerves anyag talajba juttatása javítja a talaj fizikai tulajdonságait, a víztartalmat és a talaj szerkezetét.
- A fényért, vízért és tápanyagokért való versengés visszaszorítja a gyomnövények fejlődését.
- A hüvelyes zöldtrágya növények bejuttatják a levegő nitrogénjét a mezőgazdasági rendszerbe.
- A termesztési idő végén fejlődő növények felveszik és visszaforgatják az oldható tápanyagokat, amelyek másképp elvesznének.
- A biodiverzitás növekedése a mezőgazdasági rendszerben kedvező feltételeket teremt a hasznos rovaroknak, visszaszorítva így a növényi kártevők fejlődését.
- Segíti a gépek mozgását a területen (különösen az évelő állományoknál);
- Csökkenti a talaj tömörödöttségét;
- Többlet takarmányt biztosít az állatállománynak;
- Javítja a tájképet.

A zöldtrágya-növények egyik alapvető jelentősége, hogy szerves anyagot juttatnak a talajba. Hektáronként 2-4 t bedolgozásra kerülő száraz anyagot jelentenek (a friss zöldtrágya súlya 4-10-szer nagyobb, mint a száraz anyagé). A másik fő cél nagyobb mennyiségű nitrogén talajba juttatása. Ezzel mind nitrogén, mind egyéb elemek tekintetében javul a növény tápanyag ellátása. További előnye a zöldtrágya növények termesztésének a gyomnövények fejlődésének és a talajból támadó betegségek kialakulásának visszaszorítása.

Zöldtrágya-növények

A zöldtrágya-növények fajtáját és termesztési módját a gazdálkodási célnak megfelelően kell kiválasztani. A talaj szerkezete például gabonafélék vagy más nem hüvelyes növények révén javítható, miközben a hüvelyesek, vagy hüvelyesekkel vegyes állományok a talaj nitrogéntartalmát növelik. Zöldtrágyaként leggyakrabban a hüvelyeseket alkalmazzák, jóval ritkábban vetnek nem hüvelyes növényeket erre a célra.

A zöldtrágyázásra alkalmas növényeknek az alábbi követelményeket kell kielégíteniük:

- Legyenek a terület éghajlati adottságaihoz alkalmazkodottak (a magas és az alacsony hőmérséklet elviselése),
- Kevésbé igényesek a talajjal szemben (kötött vagy laza talajok, talaj kémhatása, sótartalma), miután a zöldtrágya növényeket általában kevésbé termékeny talajokon termesztik,
- Rövid idő alatt nagy mennyiségű, jó minőségű növényi élőtömeg produkálása,
- Rövid vegetációs idő, hogy köztes növényként be lehessen szántani; beszántásra legalkalmasabb közvetlenül a virágzás előtti és utáni időszak, amikor a legnagyobb a tápanyagok mennyisége a növény szöveteiben,
- Erős, jó felvevőképességgel bíró gyökérrendszer, amely a foszfort, káliumot, kalciumot és egyéb ásványi anyagokat az altalajból a szántási zónába szállítja.
- Magas reprodukciós együtthatóval és csírázó képességgel rendelkező magok a száraz talajoknál.
- A gyümölcscsütvényekben bírniuk kell az árnyékolást és a taposást.

A leggyakrabban termesztett hüvelyes zöldtrágya növények a lóherefélék (*Trifolium sp.*), a lucerna (*Medicago sativa*), a kerepfélék (*Lotus sp.*), az egyéb lucerna fajták (*Medicago sp.*), bükkönyök (*Vicia sp.*) és a csillagfürt fajok (*Lupinus sp.*).

Nem hüvelyesek közül a leggyakrabban termesztett zöldtrágya növények a rozs (*Secale cereale*), zab (*Avena sativa*), búza (*Triticum spp.*), olajretek (*Raphanus sativus*), mustár (*Brassica ssp.*) és pohánka (*Fagopyrum esculentum Moench*).

Zöldtrágya-növények termesztése

A zöldtrágyázás hatékonysága függ az egységnyi területre beszántott zöldtömeg mennyiségétől. A zöldtrágya-növényeket csapadék vagy öntözés után vetik a biztos csírázás érdekében. A tenyészidőszak alatt a zöldtrágya növényeknek csak öntözésre van szüksége.

A növények beszántására nagy mennyiségű zöldtömeg kifejlődéskor kerül sor, amelyben magas a nitrogén és a tápanyag tartalom. Hüvelyeseknél ez a virágzás időszaka, amikor az első termések megjelennek a száron.

A gyakorlatban azonban a zöldtrágya beszántásának időpontját az azt követő haszonnövény határozza meg. A következő növényállomány vetése és a zöldtrágya növény beszántása között elegendő időnek kell eltelnie a beszántott szerves anyag lebomlásához. A fiatal növények gyorsabban bomlanak, mint az idősebbek, mert kevesebb bennük a cellulóz, lignin és egyéb stabil szerves vegyület. Nehéz, hideg talajokba a zöldtömeget 3 vagy 4 héttel az őszi kalászos vetése előtt kell beszántani. Gyümölcsösökben ősszel,

a téli fagyok előtt vagy kora tavasszal kerül sor a zöldtrágya növények beszántására.

Az egyenletes eloszlás és a sűrű talajtakarás eléréséhez a növényeket vagy hengerelik és darabolják vagy lekaszálják. A beszántás általában 20-25 cm mélységben történik.

A zöldtrágya-növényt vethetik tavasszal, hogy a teljes vegetációs időszakra lefoglalja a termőterületet. Ekkor általában ősszel, a téli növényállomány számára szántják be.

Máskor a zöldtrágya-kultúrát a gabona aratása után, másodnövényként vetik. A nyári száraz időszakban azonban az ilyen másodvetés csak öntözéssel fejlődik. A zöldtömeget az őszi mélyszántással juttatják a talajba. A zöldtrágyázás és a talajtakaró növények jó eszközei a gyomok visszaszorításának. Általában az alávetés sűrűségének növelése is segít a gyomok leküzdésében.

Alávetés

Az alávetés célja többlet takarmány biztosítása az állatállomány számára. A főnövény aratása után az alávetés megvédi a talajt az eróziótól és többlet nitrogént köt meg a talajban. Alávetéshez leggyakrabban használt növények a hüvelyesek, mint például a lóhere, komlós lucerna vagy lucerna, mert megnövelik a talajban a fő gabona számára felvehető nitrogén mennyiségét. A gabonaféléknél bevett gyakorlat a lóhere alávetés ugaroltatáshoz. Másik lehetőség a perjefélék alkalmazása alávetésként. A perjefélék természetével azonban erősödik a kultúrnövény állományában a nitrogénért való versengés, ami a perje talajban való lebomlása során immobilizálódik. Kísérletek szerint a zab terméshozama 25%-kal csökkent búza/perje alávetésnél. A lóhere (fehér és vörös) alávetés ugyanakkor jelentős pozitív hatással volt a zab

terméshozamára, kb. 1500 kg/hektár hozammal többet értek el, mint a kontroll esetében.

A hüvelyeseket és a fűféléket tavasszal vetik sorbavetéssel vagy egyszerűen a növekvő gabona közé szórva a magvakat. Alávetésnél a vetőmag szükséglet a fele a tiszta állományhoz szükségeshez képest. Az optimális vetőmag mennyiség tritikálé és búza esetében 300-400 mag / m², míg vörösherenél 120 db/m².

A gabona betakarítása után az alávetés talajtakaróként szolgál az őszi és téli időszakban, a következő állomány telepítése előtt. A gabona learatásával az alávetett növény gyors növekedésének megvannak a feltételei, mert víz és tápanyagok tekintetében nincs versenytárs és nincs árnyékolás, ezért biztosított a legelő állatállomány takarmánya. Az alávetett növény megfelelő fejlődéséhez elegendő csapadék és talajnedvesség szükséges, hogy a magvak kicsírázzanak. Emiatt ez a termelési módszer jóval elterjedtebb a világ mérsékelt égövi részein.

Az alávetés (különösen a perjefélék alávetése) az egyik leghatékonyabb módja a nitrát kimosódás szabályozásának különösen homokos talajokon. A kimosódott nitrogén mennyisége akár 60 kg/hektárnival csökkenthető a legeltetett, nem műtrágyázott fű-lóhere beszántásával, és perje alávetéses tavaszi árpa termesztésével. A hüvelyes alávetés értékes nitrogén forrás a gabonatermesztésnél. A fehér és vörös here 100-120 kg N/ha mennyiséget jelent az azt követő tavaszi árpának, amit így nem műtrágyáznak.

Vetésforgó alkalmazása az ökológiai gazdálkodásban

A vetésforgó a növények évente egymást követő termesztése a szántóföld bizonyos darabján térben és időben váltakozva. Az ökológiai gazdálkodásban a vetésforgó a gyomok, kórokozók és kártevők elleni védekezés alapvető

eszköze. Lehetővé teszi az év egyes időszakában az eltérő talajművelést, meggátolva ezzel a gyomok elterjedését.

A vetésforgó legfőbb előnyei a következők:

- A termés hozam stabilizálása
- A talaj szerkezet megőrzése
- A talaj termékenység javítása
- Gyomok, kártevők és kórokozók elleni védekezés
- Az erózió és a felszíni vízfolyások csökkentése
- A termesztési rendszer optimalizálása

A vetésforgó megtervezésének alapelvei és követelményei a következők:

- A gazdaság éghajlati és talaj adottságaihoz igazított haszonnövény- és fajtaválasztás;
- Helyes növény sorrend kialakítása;
- Időben történő és megfelelő talajmunkálás;
- A mélyen gyökerező (takarmány lucerna) és a sekély gyökérzetű növényfajták (gabonafélék) váltakozása;
- A nagy gyökértömegű (takarmány lucerna) és a kis gyökértömeget fejlesztő (pl. rozs) növények váltakozása;
- Többféle hüvelyes beiktatása; a hüvelyesek megfelelő rotációja;
- Kapásnövények váltakozása kalászosokkal;
- Egyéves és évelő növényállományok váltakozása (pl. kalászosok és réti állományok);
- Az öko gazdaságban a hüvelyesek, zöldtrágya növények és évelő fűfélék keverékek (rétek)

és legelők) általában a vetésforgó területének 30-50 %-át foglalják el;

- Talajtakaró és zöldtrágya növények, **alávetés**, valamint egyéves és évelő állományok

alkalmazása, hogy a talaj felszíne minél jobban takarva legyen. Ezzel a módszerrel a talaj

télen is megvédhető az eróziótól és a tápanyagok kimosódásától.

A különböző növénytermesztési módszerek kedvező feltételeket teremthetnek a gyomok megjelenéséhez, fejlődéséhez, növekedéséhez. Ugyanannak, vagy azonos fajhoz tartozó növényfajtáknak az egymás utáni termesztése az adott körülményekhez alkalmazkodott gyomfaj megjelenését eredményezheti. A téli-tavaszi és kora tavaszi gyomok például majdnem egyszerre fejlődnek a téli kalászosokkal ősszel vagy kora tavasszal. Ilyenkor a haszonnövény még a fejlődés korai fázisában van, és nem képes elnyomni a gyomokat. A késő tavaszi gyomok számára azonban már nem megfelelőek a feltételek a téli kalászos táblákban, mert a csírázásuk idején a kalászos növények már fejlettek és a gyomok velük szemben nem versenyképesek.

A téli kalászosok közül gyors növekedésének és viszonylag korai beérésének köszönhetően a rozs a leginkább gyomellenálló. Még az olyan veszélyes gyomnövények, mint a mezei aszat sem nőnek a rozssal egy magasságúvá. Így a rozs kiváló eszköze a gyomok elleni küzdelemnek az öko gazdaságban. Az évelő takarmánynövények (takarmánylucerna, lóhere, fűfélé-lóhere állomány) szintén akadályozhatják a gyomok felszaporodását. Az első évben, amikor növekedésük lassú, még sok köztük a gyomnövény. A következő évben már erőteljesebben fejlődnek, elnyomják a gyomokat, a gyakori kaszálás pedig megakadályozza a magok beérését.

A betegségek és kártevők egyik növényről a másikra terjedése megakadályozható, ha az adott betegség vagy kártevő gazdanövényét olyan növény váltja, amely arra nem érzékeny.

Számos, a növényeket támadó kórokozó és kártevő egy bizonyos növényfajra vagy fajtacsoportra specializálódott. A monokultúra (mikor a második évben ugyanazon területre ugyanaz a növény vagy azonos betegségekre és kártevőkre érzékeny fajta kerül), megteremti a feltételeket a kórokozó és kártevő populációk erősödéséhez. Kalászos monokultúrában (különösen, ha búza búzát követ) például a gabonafutrinka (*Zabrus tenebrionis*) kártétele évről évre súlyosbodhat.

A betegségek és kártevők elleni növényvédelem egyik módszere az azonos növényfajjal beültetett területek térbeli izolálása. Minél nagyobb a távolság az azonos növénytáblák között, annál kisebb az esélye annak, hogy a kórokozók és kártevők átjussanak egyik területről a másikra. A betegségek kitörésének és a kártevők elterjedésének lehetősége minimálisra csökkenthető azzal, hogy bizonyos növényeket ugyanazon a területen csak bizonyos idő elteltével termesztünk – napraforgót 7-8 évente, lóherét 6-7 évente, borsót és káposztát 5 évente, búzát, árpát és burgonyát 3 évente, takarmánylucernát pedig ugyanannyi idő elteltével, mint amennyi a termesztési idő volt.

A növények betegségektől és kártevőktől való megóvása érdekében bizonyos esetekben köztesvetést alkalmaznak olyan növényekkel, amelyek nem érzékenyek ugyanazokra a betegségekre és kártevőkre. A köztesvetés a vetésforgóban csökkenti a talajeróziót és bizonyos fokig mérsékli az adott növény ismételt vetéséből adódó negatív hatásokat.

Néhány gyom jelenléte a táblában vagy a mezsgyéken nem feltétlenül káros, mert élőhelyet teremtenek a hasznos rovarok számára, amelyek a termesztett

növény kártevőinek ellenségei, vagy éppen csalétekül szolgálnak a többi

Következő növény	Búza	Árpa	Rozs	Zab	Kukori ca	Bors ó	Babfél ék	Lucern a	Ugar
Búza	--	--	0	0	0	++	++	0	0
Árpa	0	--	0	0	--	++	-	0	0
Rozs	0	0	0	0	0	++	++	0	0
Zab	0	0	0	-	++	++	++	++	++

kártevőnek.

A növényi betegségek és kártevők terjedése gátolható, ha egy adott betegség vagy kártevő gazdanövénye egy nem gazdanövénnyel van rotációban.

Virágzó bokrok jelenléte a mezőgazdasági tábla közelében hozzájárulhat a hasznos, a természetett növény kártevőit pusztító organizmusok (ragadozók és parazitoidok) túléléséhez.

3. táblázat: Különböző növények vetésforgóba iktatásának lehetőségei

Kukorica	++	++	++	++	-	++	++	++	++
Borsó	++	+	++	++	++	--	--	--	++
Babfélék	++	+	++	++	++	--	--	--	++
Lucerna	+	0	++	0	0	--	--	--	--
Ugar	0	0	++	++	0	++	++	0	0

++ kiváló; + jó; 0 – elfogadható; - korlátozott alkalmazhatóság;
 -- nem elfogadható.

Forrás: Lampkin (1999).

4. táblázat: Magas input-igényű vetésforgó példák vegyes, növénytermesztő-állattenyésztő gazdaságok számára

1. * tavaszi árpa/rét **, 2. fűféle-lóhere, 3. őszi búza-fűféle, 4. borsó/árpa-fűféle
1. őszi búza:fűféle, 2. borsó/árpa:fűféle, 3. tavaszi árpa:rét, 4. fűféle-lóhere
1. fűféle-lóhere, 2. burgonya, 3. lóbab, 4. őszi búza, 5. tavaszi búza, 6. rozs (a gabonáknál vöröshere-fűféle alávetéssel)
1. őszi búza, 2. zab-lóhere köztesvetéssel, 3. napraforgó, 4. tönkölybúza, 5. fűféle-lóhere, 6. silókukorica
1. árpa, 2. fűféle-lóhere, 3. fűféle-lóhere, 4. árpa/borsó, 5. őszi búza, 6. takarmányrépa
1. rét, 2. rét, 3. rét, 4. őszi búza, 5. őszi tritikálé
1. rét, 2. rét, 3. őszi búza, 4. tavaszi kalászos, 5. őszi búza
1. rét, 2. rét, 3. őszi búza, 4. tavaszi búza, 5. őszi kalászos
1. rét, 2. rét, 3. őszi búza, 4. őszi zab, 5. őszi bab, 6. őszi búza, 7. tavaszi árpa
1. rét 2. rét 3. rét, 4. őszi búza 5. őszi zab, 6. őszi bab, 7. őszi búza, 8. tavaszi

zab
1. borsó, 2. őszi búza, lóhere/fűféle alávetéssel, 3. ugar, 4. őszi repce, 5. lóbab, 6. őszi búza, lóhere/fűféle alávetéssel, 7. ugar, 8. rozs
1. burgonya, 2. tavaszi árpa/köztesvetés, 3. lóhere fűfélével, 4. lóhere fűfélével, 5. őszi búza/másodvetés
1. zab+zöldtrágya rávetéssel, 2. zöldtrágya, 3. tavaszi búza, 4. zab+zöldtrágya rávetéssel, 5. zöldtrágya, 6. burgonya 1 rozs (takarónövény)
1. lóhere/fűféle-rét, 2. lóhere/fűféle-rét, 3. őszi búza+takarónövény, 4. silókukorica, 5. rozs+takarónövény
1. árpa+vöröshere rávetéssel, 2. vöröshere, 3. őszi búza+vöröshere rávetéssel, 4. bab+vöröshere rávetéssel, 5. burgonya, 6. borsó+perje rávetéssel

* év sorszama rét** - fűfélével, lóherével, stb. egy tenyészidőszakra vagy néhány évre bevetett szántó föld, nem állandó legelő

Forrás: Lampkin (1999).

Talajművelés

A talajra az összes mezőgazdasági művelet közül a talajművelésnek van a legnagyobb hatása. A talajművelés céljai a következők: a megfelelő talajszerkezet biztosítása; talajnedvesség megőrzése; a talaj szellőztetése és megfelelő talajhőmérséklet biztosítása; gyomszabályozás, gyomirtás, talajlakó kártevők elleni védekezés; megfelelő körülmények biztosítása a növények fejlődéséhez, növényi maradványok kezelése, trágyázó anyagok talajba forgatása; megfelelő körülmények biztosításával közvetve támogatjuk az előzőekben felsorolt növényvédelmi célok megvalósulását; tömörödöttség megszüntetése.

Az ökológiai gazdálkodás hangsúlyt fektet az olyan művelési eljárások alkalmazására, melyek megőrzik a talaj szerkezetét és az év legnagyobb részében lehetővé teszik a növényborítást. Ennek a megközelítésnek része a sekély művelés előtérbe helyezése, ahol a talajnak csak a legfelső rétegeit forgatjuk a művelés során. A mélyművelés túlságosan nedves talaj esetében tömörödéshez vezet, a tömör rétegek pedig hátráltatják a növények fejlődését.

Egyes esetekben a hagyományos művelési megoldások mellett is szólnak érvek. A legfőbb talajtípusnál fontos kérdés, hogy szántunk vagy ne szántunk, illetve levegőztessük-e a talaj mélyebb rétegeit. A könnyű homoktalajokon és iszapos talajokon a felső réteget minden évben szántással kell lazítani.

A késő őszi, tavaszi művelést lehetőleg a talaj felső 10-12 cm-es rétegében kell elvégezni, hogy az alsóbb rétegek biológiailag is stabil szerkezetét ne bolygassuk meg.

Tápanyagok körforgása a gazdaságban (Fotó: I. Manolov)



istálló



trágya



takarmány



talaj

Tá-
anyagok





Földigiliszták munkában (Fotó: I. Manolov)



Trágya domb körülötte vízelvezető rendszerrel (Fotó: I. Manolov)



A trágyadombot műanyag fóliával védik az eső ellen, de a szellőzésre oda kell figyelni
(Fotó: I. Manolov)



A komposzt keverése jobb belső szellőzést biztosít (Fotó: I. Manolov)



Trágyadomb nedvesítése (Fotó. I. Manolov)



Istállótrágya kiszórása (Fotó. I. Manolov)