

FÖLDMŰVELÉSTAN

DR. SCHMIDT REZSŐ

FÖLDMŰVELÉSTAN

DR. SCHMIDT REZSŐ

Publication date 2011

Table of Contents

Fedlap	vi
1. A talajművelés célja és feladata. Hagyományos és új megközelítés	1
2. A talajművelést befolyásoló talajfizikai tényezők, a talajok állapotát és művelhetőségét meghatározó paraméterek	9
3. A talajállapot minősítése. Művelési hibák okai, következményeik	25
1. A talaj rögösödése és elporosodása	30
2. A talajnedvesség elvesztegetése	31
4. A Talajművelés rendszere	37
5. A főbb talajtípusok hatása a talajművelésre	46
6. A művelés energiaigénye és a talaj károsítása	55
7. Csökkentett menetszámú, művelettakarékos talajművelés	59
8. A közép-mélylazításra alapozott művelési rendszerek	63
9. A kultivátoros művelés	66
10. Tárcsás művelés, talajmarás	69
11. Biológiai tényezők és a talajművelés, szervesanyag gazdálkodás	74
12. Precíziós mezőgazdaság	79
1. Helymeghatározás	80
1.1. A műholdas helymeghatározó és navigációs rendszerek (GNSS)	81
2. A térinformatika (GIS) a precíziós mezőgazdaságban	82
2.1. Mintavételezési stratégiák	83
2.2. Távérzékelés	84
3. Az agrár-környezetgazdálkodást támogató informatikai rendszerek	85
4. Aktuális földügyi és térinformatikai adatbázisok	85
5. A precíziós mezőgazdasággal szemben támasztott agronómiai és környezetvédelmi elvárások – a jövőben megoldandó feladatok	86
6. Precíziós növényvédelem	87
6.1. Precíziós gyomszabályozás	88
7. Precíziós talajművelés	89
8. Helyspecifikus kijuttatási technika	89
13. A talajtermékenység megóvása. Talajvédelem, talajjavítás	92
14. Tápanyagellátás és földművelés	106

List of Figures

2.1. A pórúfésések megoszlása a különböző talajokban	21
3.1. Talajállapot változatok és hatásuk	25
3.2. A tömörödés fokozatai, a tömör talajok Magyarországon (millió ha-ban)	26
3.3. A talaj tömörödését és lazulását befolyásoló tényezők a szántóföldön	27
3.4. Az elporosodás folyamata és következményei:	31
3.5. A talaj nedvességvesztése a művelési rendszerben	31
5.1. CSERNOZJOM ÉS ERDŐTALAJOK MŰVELÉSI RENDSZERE	51
5.2. RÉTI ÉS SZIKESTALAJOK MŰVELÉSI RENDSZERE	52
5.3. HOMOKTALAJOK MŰVELÉSI RENDSZERE	53
7.1. A talajok fizikai és biológiai állapotának javítása (Birkás, 1999).	59
8.1. A középmélylazítás alkalmazási előnyei és megfontolandói	63
9.1. A kultivátoros művelés alkalmazási előnyei és megfontolandói	66
10.1. A tárcsázás alkalmazási előnyei és kockázata	69
10.2. A talajmaró alkalmazási előnyei és hátrányai	72
11.1. 5.1. táblázat. Az istállótrágya minősítése tápanyagtartalom alapján	75
11.2. A zöldtrágyázási módjai	78
12.1. A fontosabb különbségeket a hagyományos és a precíziós gazdálkodás között az alábbi táblázat foglalja össze:	79
12.2. A NAVSTAR GPS földi követőállomásai	82
12.3. A rács mentén történő mintavételezés altípusai	84

List of Tables

1.	vi
---------	----

Fedlap

FÖLDMŰVELÉSTAN

Szerző:

Dr. Schmidt Rezső

AZ Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése

TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0010 projekt

Table 1.



Chapter 1. A talajművelés célja és feladata. Hagyományos és új megközelítés

Az emberiség létének alapját a mezőgazdaság jelenti. A mezőgazdaság által létrehozott termékek más úton nem előállíthatók, más módon nem helyettesíthetők. Nemcsak élelmiszert, hanem ipari nyersanyagot is előállít.

Mivel a növénytermesztés gyakorlati méreteiben talaj nélkül nem lehetséges, illetve nem reális és célszerű, a talaj - mint a növényzet alapvető élettere - Földünk legfontosabb természeti erőforrásai közé tartozik.

Feltételesen megújuló természeti erőforrás, óvni kell!

A földműveléstan a szántóföldi növénytermesztés alapozó tudománya. Integrálja azokat a talajtani, botanikai, növényélettani, agrometeorológiai, agrokémiai, géptani, stb. ismereteket, amelyek segítségével befolyásolhatók a növénytermesztés eredményességét befolyásoló tényezők.

A földműveléstan ismeretanyagai ma már önálló tudományok és a következő tudományterületekre tagolódnak:

- szántóföldi gyomnövények
- trágyázás és talajjavítás agronómiai irányelvei
- talajművelés
- talajvédelem
- öntözés
- növénytermesztési rendszerek (talajhasználat, vetésváltás)
- földművelési rendszerek

Ezen részterületek tagolódása hasonlóan ment végbe, mint a ahogy a múlt században az addig nagyjából egységes mezőgazdasági tudomány - az agronómia - szétválása történt a következő három fő ágra a növénytermesztéstan, az állattenyésztéstan, a mezőgazdasági üzemtan területére

A földműveléstan definíciója:

A mezőgazdasági növények termesztésével kapcsolatos általános irányelvek kidolgozása, a föld okszerű művelésének kérdései. Más megfogalmazásban: a talajtermékenység tervszerű növelésének és megőrzésének tana.

Növénytermesztéstan: az egyes növények termesztésével foglalkozik részletesen.

Ennek megfelelően a földműveléstan feladata kétféle:

- a mezőgazdasági növényeknek a talajjal szemben támasztott igényét tanulmányozza
- kidolgozza azokat az eljárásokat és módszereket, amelyekkel a növények igényei kedvezően kielégíthetők.

A földműveléstan tulajdonképpen alkalmazott talajtant.

A földműveléstan a talajtermékenység növelésének és megőrzésének tudománya.

Theodor Roemer megfogalmazása: " a földművelés a talajtermékenységet növeli, a növénytermesztés pedig felhasználja azt.

A talajtermékenység különböző megfogalmazása és értelmezése

A talajtermékenység fogalma, mint minden tudományos fogalom, történeti fejlődés folyamán és eredményeképpen alakult ki.

A kezdetekről nincsenek pontos ismereteink, azt azonban tudjuk, hogy Kínában a fellelhető első írott emlékek már i.e. 3000 évvel különböző talajfélések elkülönítéséről adnak hírt, azaz a talajok olyan tulajdonságairól, amelyek növénytermesztési szempontból fontosak.

Egy másik a Tigris és az Eufrátesz folyók közötti területről, a mai Irak területéről származó írott emlékek - i.e. 2500-ból - pedig arról tudósítanak, hogy ezen a vidéken igen jó árpaterméseket értek el. Ezt az eredményt Hérodotosz 2000 évvel később két tényező hatásával magyarázta. Először a jól megépített öntözőrendszerrel, másodsor a talajok nagy termékenységével.

A termékenység fogalma empirikus szinten még sok szerzőnél felbukkan.

Viljamsz megfogalmazása 1932-ből: a talajok termékenysége azt jelenti, hogy a talaj képes ellátni a növényeket azok vegetációs ideje folyamán vízzel és tápanyagokkal. A talajnak ez a tulajdonsága különbözteti meg a talajt mint természeti képződményt a terméketlen kődarabtól. **Ezzel szoros kapcsolatban van a földműveléstan feladata is, "ami abban áll, hogy a kultúrnövényeket egész életük folyamán maximális mennyiségű felvehető vízzel és felvehető tápanyagokkal folyamatosan el kell látni."**

Sok kutató megkülönbözteti a talajok természetes és mesterséges termékenységét, jelezve ezzel, hogy a fogalom nem mentes az emberi tevékenység eredményeképpen jelentkező hatásoktól.

Mit jelent az emberi beavatkozás? Hollandia példája: a tengertől elhódított mélyföldek termővé tétele, amely állapotnak fenntartása csak szivattyúzással lehetséges. „We have been pumping for 200 years”.

Boguslawski 1965-ben összefoglalja azokat a talajtulajdonságokat, amelyek a termékenység szempontjából jelentősek:

Lieberoth (1968) a talajok természetes és mesterséges termékenységét nem tartja megfelelőnek, ezért javasolja megkülönböztetni a talajok különböző mértékben befolyásolt termékenységét. Vélménye szerint a következő termékenységi kategóriákat kell megkülönböztetni:

1. A talajok nem befolyásolt természetes termékenysége
2. A talajok befolyásolt természetes termékenysége
3. A talajok nagymértékben befolyásolt kultúrtermékenysége

A talajok nem befolyásolt természetes termékenysége szerinte azt jelenti, hogy az ember egyáltalán nem avatkozott bele a talajképződés folyamatába. Ilyen talaj viszonylag kevés van.

A befolyásolt természetes termékenység lehet pozitív vagy negatív. Pozitív irányú befolyást jelent pl. a drénezés pangóvízes barna erdőtalajokon vagy tőzegtalajoknál. Negatív befolyást gyakorolhat mondjuk a monokultúrás növénytermesztés. A legtöbb kultúrta talaj a befolyásolt természetes termékenységű talajok csoportjába tartozik.

A nagymértékben befolyásolt talajtermékenység akkor alakul ki, ha az emberi beavatkozás igen erős, pl. bányáknál levő meddőhányók újra történő termelésbevitelénél, tehát a rekultivációnál.

Ma már nem elégedhetünk meg a talajtermékenység minőségi meghatározásával, hanem mennyiségi viszonyokat is figyelembe kell vennünk. Erre lehetőséget ad az analitikai módszerek fejlődése és a kísérleti technikák fejlődése.

Nyilvánvaló, hogy a talaj termékenységét mindazon talajtulajdonságok és a talajban lejátszódó folyamatok határozzák meg, amelyek kisebb vagy nagyobb mértékben szükségesek a növények optimális életfeltételeinek megteremtésére. Ezért a talajtermékenységet úgy lehet meghatározni, mint az összes talajtulajdonságok minőségi állapotát és mennyiségi kifejezését. A termékenység szintjéről közvetlenül legteljesebben a terméshozamokból ítéltünk.

A talajtermékenység tényezői. Ábra. (Győri D.)

A TALAJTERMÉKENYSÉG FOGALMA NÖVÉNY NÉLKÜL NEM ÉRTELMEZHETŐ!

Az ábrán szereplő minőségi viszonyokat kifejező tényezők mögött mennyiségi összefüggések húzódnak meg. Ezek a mennyiségi viszonyok növényfajoktól és a környezeti tényezőktől függően változnak és már a gyakorlati növénytermesztés és a trágyázás területét jelentik. Az ábrán a jobb oldalon látható bekeretezett tényezők az emberi beavatkozás lehetőségeit reprezentálják.

Az ábra felépítése érzékelteti, hogy a termesztett növény a felvett tápanyagok és víz segítségével növekszik, fejlődik és az összes tényező különböző mértékű mennyiségi részvételével adja azt terméket (produktumot), amely az állati, illetve az emberi élet szempontjából szükséges.

Az egyes tényezőket rangsorolni csak konkrét esetekben lehetséges (adott talajtípus, adott növény, adott növényi sorrend, adott makro-és mikrotápanyagszint). Természetesen az egyes tényezők között a legkülönbözőbb kölcsönhatások is felléphetnek, amelyeket az ábra nem tartalmaz. Az ábrán feltüntetett tényezők önmagukban is egy-egy önálló tudományágat reprezentálnak, sőt van olyan is, amely több tudományágat egyesít. Az ábrán túlzott részletességgel szerepel a talajtani tényező, ami talán némi torzítást okoz. Ha viszont a többi tényezőt is hasonló részletességgel ábrázoljuk, még akkor is szembejönne a növények ásványi táplálkozásának rendkívül nagy jelentősége és hatása.

A talajtani tényező szerepe még kifejezettebbé válik, ha figyelembe vesszük, hogy az emberi beavatkozás lehetősége a növény-nemesítés és a levéltrágyázás kivételével a talajon keresztül valósítható meg, a talajműveléssel, trágyázással, öntözéssel, elsősorban tehát a növények ásványtápanyag-ellátásával és vízellátásával. Az ábrából az is nyilvánvaló, hogy a mikrotápanyagok szerepe és jelentősége ugyancsak fontos. Ezeknek a tápanyagoknak a mennyisége éppoly szükséges a növényi élet szempontjából, tehát a termésképzés szempontjából is, mint a makrotápanyagoké, csupán ezeknek kisebb mennyisége jelenti a növények számára optimális koncentrációt.

A talajtermékenység tényezői hatására alakul ki az adott talajon az a termés, amely a talaj termékenységére jellemző. Évenként változó még azonos talajtípus esetén is a tényezők kölcsön-, valamint az egyes tényezők közvetlen hatása a termésre. Ezért mai ismereteink még nem teszik lehetővé, hogy matematikai képlettel kifejezzük azt az összefüggést, amely a termést meghatározó talajtermékenység tényezői és a növények terméshozama között fennáll. A talaj transzformációs szerepét jól érzékelhetjük és a kölcsönhatások bonyolultságáról is képet kapunk, ha egy példát említünk.

A talaj rendszeres nitrogéntrágyázásával a növények nitrogénellátását fokozzuk. A műtrágyával a talajba vitt nitrát-és ammóniumionokat azonban nemcsak a növények veszik fel, hanem a mikroorganizmusok is. Ezúton a nitrogén beépül a talaj szerves anyagaiba, majd a humuszgyületekbe. Erózióknak kitett területen védekezés nélkül a szerves anyagban gazdag szántott talajréteg lepusztul, és nitrogénvesztés lép fel.

A talajművelés és az öntözés megváltoztatja a talajban a nitrogénátalakulási folyamatokat, a talajművelés az oxidációs folyamatoknak kedvez, és fokozza pl. a szervesanyag-lebontás intenzitását. Ezzel fokozza a nitrifikációt, míg öntözéssel a denitrifikációs folyamatok kerülnek előtérbe, ami növeli a gáz alakú nitrogénvesztéseket a talajból.

A nitrogénműtrágyák a talaj kémhatására is hatást gyakorolnak, mivel fokozzák a talaj savanyúságát, csökkentik a pH-értékét. Ezáltal egyes mikroelemek mozgékonyasága fokozódik, a növények által történő felvehetőségük növekszik, ugyanakkor megnövekedhet pl. az alumínium mennyisége is, ami toxikus hatású a növényi gyökerekre, ezáltal a termést csökkenti. A pH változása visszahat a talaj biológiai aktivitására. A talaj pH csökkenése pl. csökkenti a talaj nitrifikációs képességét, így csökken a talaj nitráttartalma. Ennek a negatív hatásnak a kiküszöbölésére kémiai talajjavítást vagy műtrágyázást kell alkalmazni.

A példákban látható, hogy a talajtermékenység tényezői a növények termésére milyen hatással vannak, és ahhoz, hogy a termések növelésére megfelelő döntést hozhassunk, a talaj termékenységét befolyásoló tényezők mélyreható ismerete szükséges. A körülmények ismeretében meg tudjuk határozni a limitáló tényezőket. Ezek ismeretében megfelelő intézkedéseket tehetünk a káros hatások megszüntetésére, kiküszöbölésére, és ezáltal növelhetjük a terméshozamokat.

Az elmúlt időkben, a történelem során a tudományos-technikai környezet és vele együtt a mezőgazdaság is sokat változott, ennek megfelelően a földművelésnek is egész más körülmények között kell, hogy betöltse feladatát.

Feladata továbbra is, sőt egyre inkább, hogy szintetizálja a saját és mindazon tudományok ismeretanyagát, amelyek befolyásolják a korábban megfogalmazott cél megvalósítását.

Ennek megfelelően:

- vizsgálja a növénytermesztés eredményességét korlátozó és földműveléstani eszközökkel megszüntethető vagy enyhíthető tényezőket
- termesztéstechnológiai eljárásokat dolgoz ki és alkalmaz
- termesztéstechnológiai eljárásokat dolgoz ki és alkalmaz

A szintetizáló és elemző munka egyaránt fontos. Fontos az összefüggések feltárása és az okok keresése, valamint a jelenségek mérhetővé tétele.

Empíria - természettudományos háttér.

Tudomány * Művészet.

Tudomány: a természet, a társadalom és a gondolkodás összefüggéseiről szerzett, igazolható ismeretek rendszere.

Művészet: a valóság bizonyos esztétikai elvek szerinti megjelenítése. (5. Értelmezés: valamely tevékenységhez való nagyfokú hozzáértés, ügyesség), de: hajlamosak vagyunk azt érteni, hogy valamiféle képesség, amely vagy van, vagy nincs.

A talajművelés célja:

Megfogalmazhatunk egy közvetlen és egy hosszú távú célkitűzést.

Definíció és közvetlen cél:

Talajművelésnek nevezzük a talaj felső, ún. rendszeresen művelt rétegének, szükség szerint mélyebb rétegeinek művelőeszközzel végzett fizikai állapotváltoztatását, annak érdekében, hogy a kultúrnövény szaporító anyagának biztosítsa a csírázást, a kelést, a gyökeresedést, majd a vegetáció során a fejlődést és a termésképződés feltételeit.

Távlati cél:

A művelés **hosszabb időszakra vonatkozó célja** a talaj szerkezetének és felszínének védelme, biológiai tevékenységének, nedvesség- és levegőforgalmának kedvező befolyásolása. E tényezők együttesen jellemzik a talaj fizikai és biológiai kondícióját, vagyis kultúrállapotát.

A talajművelés célja különböző klasszikus szerzők megfogalmazásában. (Beilleszteni)

A talajművelés céljainak sokrétűségéből adódnak azok a feladatok, amelyeket meg kell valósítani. A talajművelés során a következő feladatok megoldására kell törekedni:

1. megteremteni, illetve fenntartani a szántóföldi növények kedvező fejlődéséhez szükséges talajlazultsági és aprózottsági viszonyokat (vagyis a megfelelő talajszerkezet fenntartására kell törekedni),

A lazultsággal és a talajszerkezettel szemben támasztott igény két részre bontható:

- a magágy talaja
- gyökérszóna talaja

A növények igényei a magágy talajának lazultságára, üledettségére, aprózottságára, valamint a gyökérszóna talajának lazultságára vonatkoznak. Ezek a tényezők a vetés vagy az ültetés, illetve a telepítés körülményeit, a csírázást és a kelést befolyásolják. Kezdeti fejlődés! A gyökérszóna talajának fizikai és biológiai állapota a növény fejlődése, termésképzése szempontjából meghatározó. A talaj védelmére pedig mind a felső, mind az alsóbb rétegek állapota hatással van.

2. számunkra kedvező irányban befolyásolni a növények természetét kialakító tényezőket, amelyek összefoglalóan az alábbiak:

- a talaj víz-, levegő- és hőforgalma,
- a tápanyagellátás és a tápanyagok érvényesülése,
- a talajkémiai és biológiai folyamatok,
- a talajlakó élőlények tevékenysége,
- a gyomok, a kártevők és a kórokozók fertőzése,

A művelés minősége befolyásolja a növények termését kialakító tényezők többségének érvényesülését. Lazító műveléssel növelhető a talaj vízbefogadása, levegőzöttsége. Lazítással és tömörítéssel szabályozható a talaj felmelegedése, hőtároló képessége, valamint az evaporáció nagysága.

A talaj kedvező lazultsága előfeltétele annak, hogy a kémiai, biológiai folyamatok végtermékeként csírázó magra vagy növényre káros anyagok ne képződjenek.

A talajművelésnek a gyomok irtásában is kiemelt szerepe van. A magról szaporodó, illetve a gyenge vegetatív szaporodóképességű gyomnövények csírázását - egy későbbi időpontban végrehajtandó mechanikai irtás érdekében - forgatás nélküli sekély műveléssel lehet elősegíteni. A szár- és gyökértarackos gyomnövények talajba fojtással, mély forgatással és kimerítéssel pusztíthatók.

A növényvédelem fontos kérdése a kijuttatás feltételeinek biztosítása. A növényvédő szerek hatékonysága megfelelő talajállapot kialakításával növelhető és ily módon kisebb az esélye a természetű növények és a környezet károsodásának. Aprómorzás, sima talajfelületen a permetezőgépek egyenletesen rnozognak, a permetlé megfelelő eloszlása jó szórásképet ad. A vegyszerek talajba jutása a csapadékvíz befogadására alkalmas talajállapottal biztosítható. A gázosodó vegyszereket kipermetezés után rövid időn belül a talajba kell dolgozni.

A művelés a kártevők gyérítéséhez, irtásához közvetlenül, szaporodásuk és életfeltételeik kedvezőtlené tételével pedig közvetve járul hozzá. Közvetett hatás az is, ha a természetű növények gyors fejlődésének elősegítése előny a gyomokkal, kártevőkkel szembeni versengésben.

3. kémiai anyagok, az istálló- és zöldtrágyák, valamint a tarlómaradványok talajbajuttatása

A tápanyagellátás elősegíthető a szerves és műtrágyák megfelelő mélységű talajba juttatásával, a talaj tápanyag-szolgáltató képességének növelésével. A trágyanyagok műveléssel a talaj biológiailag legaktívabb, felső rétegébe, illetve olyan mélyre jutnak, ahol a bomláshoz szükséges nedvesség, hőmérséklet és mikrobiológiai környezet kedvező. A talajoldattal kevésbé mozgó tápanyagok pedig a mélyebb talajrétegekbe, a gyökérzónába juthatnak.

A tarló növényzetét, valamint a felszínen maradt növényi részeket, istálló- és zöldtrágyákat műveléssel olyrnértékig és minőségben kell a talajba juttatni, hogy lebomlásuk megtörténjen, és ne akadályozzák a vetést.

4. az öntözés hatékonyságának növelése

A művelés nyitja meg a talajt a csapadék és az öntözővíz befogadására. Lényeges, hogy a víz a talajba jusson, s ne a felszínen vagy a felszínhez közeli rétegekben pangjon. A talaj felső rétege a víz hatására eliszapolódhat, ezt lehetőség szerint meg kell akadályozni, vagy legalább késleltetni. A talajba szivárgott víz szelvényen belüli mozgását, áteresztését a kellően laza állapot teszi lehetővé. A természetes vízkapacitáson felüli vízmennyiség mélyebbre jutásával az öntözéskor fellépő levegőtlenység rövid idő alatt megszűnik.

5. az erózió és a defláció csökkentése

A művelés talajra gyakorolt közvetlen és közvetett hatása két oldalról közelíthető meg.

Az egyik alapján a művelés a talajpusztulásának legfőbb kiváltó tényezője. A talaj gyakori mozgatása, levegőztetése szerves anyagban való elszegényedéshez, a szerkezet degradálódásához vezet. A leromlott szerkezetű talajon pedig megjelenhet az erózió és a defláció. Művelési hibák, vagy hiányosságok folytán a talaj károsan tömörödhet, vagy túl sok nedvességet veszíthet.

Más oldalról a termőhely állapotához alkalmazkodó művelés az eredményes növénytermesztés és egyben a talajvédelem alapja. Védendő területeken a művelés idejének, irányának, mélységének gondos megválasztásával, a tarlómaradványok borítottságának kihasználásával csökkenthető a víz- és a szél pusztító hatása.

6. a talaj degradálódásának mérséklése

A művelési beavatkozások ésszerű korlátozásával, kímélő műveléssel csökken a talajszerkezet károsodásának esélye.

7. a mechanikai és a kémiai talajjavítás hatékonyságának növelése

A mechanikai javítás a talaj vízáteresztését, levegőellátását, valamint a növények gyökérfejlődését akadályozó talajrétegek lazítását célozza. Előnyös lehet a minél mélyebb termőréteg tartós kialakítása. Gyenge vízáteresztő képességű talajokban az alagsővezés hatékonysága lazítással növelhető és tartható fenn. A kémiai javítóanyagok műveléssel juttathatók a talaj rendszeresen művelt vagy mélyebb rétegeibe.

A művelési irányzatok a gazdálkodási, a növénytermesztési rendszerek változásait követve nemegyszer módosították - és napjainkban is módosítják - a művelés feladatait. A művelés céljának meghatározása viszont csak sorrendjében változott. Pl. a talaj védelmét a talajkímélő és az alkalmazkodó művelési irányzatok a növények valamennyi igényének kielégítése elé helyezik.

A fenti tényezők szabályozását is meg szokták fogalmazni célkitűzésként.

Szabályozás <-> Befolyásolás!!!

A talajművelés jelentősége

A talajművelés jelentőségnek meghatározása négy fő kérdéskör köré csoportosítható:

1. a növények termesztési rendszerében elfoglalt helye
2. a termésre gyakorolt hatása
3. a talajvédelemben betöltött szerepe
4. idő-, energia- és költségigénye

1. Helye a termesztési rendszerben

A talajművelési munkák nagy része (90-95%-a) a vetésig, illetve az ültetésig befejeződik. A vetés és az ültetés utáni feladatok a területmunkálás, esetleg különleges felület kialakítása (pl. bakhát), valamint a sorközművelés.

2. A termésre gyakorolt hatás

A talajművelés hatása a növények termésére közvetett.

A befolyásoló tényezők nagy száma miatt nehezen határozható meg pontosan. Becslések szerint általában 20%-ban vesz részt a termés kialakításában. Hozzá kell tennünk azonban, hogy ez abban az esetben igaz, ha megfelelően végzik, mivel a nem szakszerűen végzett talajművelés terméscsökkentő hatása ettől jóval nagyobb is lehet.

Függ attól, mennyiben segíti a terméskialakító tényezők érvényesülését és mennyiben szolgálja a természet biztonságát. Ha a művelés minősége gyors kelést és fejlődést tesz lehetővé, ha javul a talaj víz- és levegőforgalma, ha a talajban lévő, valamint a talajba juttatott tápanyagok a növény számára felvehetővé válnak, akkor kedvező hatásról beszélhetünk.

A művelés jelentősége abban is kifejezésre jut, hogy a növényt - fejlődésének kezdetén és a tenyészidőben - megóvja a gyomokkal szembeni versengéstől. A vegyszer-rezisztens biotópok megjelenése arra int, hogy a kémiai védekezés önmagában hosszú időszakot tekintve sem vezet tartós eredményre. A talaj- és környezetvédelem egyrészt a kémiai szerek korlátozottabb, átgondoltabb használatát, másrészt a talajművelés lehetőségeinek jobb kihasználását követeli meg.

A talajművelés hatása a növények termésére a különböző szerzők véleménye szerint önmagában mintegy 15-25%-os. A kémiai eredetű anyagokat mellőző gazdálkodási rendszerekben a művelés befolyása a termésre ennél nagyobb arányú. Az elővetemény-hatással együtt elérheti az 50-60 %-ot.

Az elővetemény-hatás különösen a szélsőséges körülmények között fejt ki jól érzékelhető hatást. Így pl. aszályos évjáratokban a legnagyobb termés-csökkenő tényező a vízhiány. A művelés jelentősége ekkor a talaj vízbefogadó képességének növelésében, valamint a nagyobb mérvű nedvességvesztés csökkentésében mutatkozik meg. Ha ilyenkor ún. vízmegőrző talajművelést folytatunk, ennek kedvező hatásai jobban érzékelhetőek lesznek, mint normál évjáratokban. A "vízmegőrző"; helyesebben a nedvességvesztés csökkentésére alkalmas talajművelés a kevesebb talajmozgatással járó művelés.

Csapadékos években ugyanakkor a művelési hibákra visszavezethető kedvezőtlen talajállapot (pl. a tömödött talajon kialakult belvíz) vezet a termés csökkenéséhez. A termesztés biztonságát ilyen körülmények között a talajok vízbefogadó képességének növelése és megőrzése szolgálja.

3. A talajvédelemben betöltött szerep

A többnyire egyoldalú talajhasználatra visszavezethető talajpusztulás megelőzésében és megállításában egyre fontosabbá válik a művelés szakszerűsége. A talajvédő művelés átgondolt intézkedéseket követel. Összesíti a talaj szerkezetének, termékenységét befolyásoló tulajdonságainak, kultúrál-lapotának kímélését, javítását, továbbá az erózió és a defláció hatásainak csökkentését.

Általános szabály, hogy a talaj szerkezetének és kultúrállapotának megőrzése érdekében kerülni kell:

- a nedves állapotú talajok gyúrását és kenését,
- a művelt réteg kiszáraitását,
- a száraz talajok feltörését és
- a felesleges talajmozgatást.

A felsorolásból kitűnik, hogy a talaj szerkezetét a művelésre egyébként is alkalmatlan nedvességviszonyok között végrehajtott beavatkozások károsítják.

A művelés csökkentése vagy elhagyása hatékony talajvédő módszernek bizonyul, de az egyéb kísérőjelenségek miatt azonban csak részleges megoldást kínál. A művelés csökkentése a kevesebb talajmozgatásból adódóan eredményes lehet pl. a defláció elleni védelemben, de lejtős területeken növeli a felszíni vízfolyást. A művelés ésszerű végrehajtása azt jelenti, hogy a művelés időpontját, irányát, módját, mélységét, a vetés utáni felszín kiképzését a talajvédelmi követelményeknek kell alárendelni.

4. A művelés idő-,energia-és költségigénye

A művelés időigénye függ

- a rendelkezésre álló vonóerőtől,
- az eszközök munkaszélességétől,
- a munka sebességétől és
- a talaj állapotától.

Az eszköz munkaszélességét a művelési mélységgel összefüggésben a vontatáshoz rendelkezésre álló erőhöz - legyen az bár igaerő vagy traktor - kell igazítani. A helyes energetikai összhang a tervezett művelési mélység eléréséhez és az idővesztés elkerüléséhez szükséges.

Az időigénynél vizsgálni kell az adott művelési eljárás, valamint az összes talajmunka elvégzéséhez szükséges időt.

A hagyományos művelés magas időráfordítását a művelés csökkentését célzó irányzatok képviselői erőteljesen bírálják, és elfogadhatatlannak is tartják. Kétségtelen, hogy a műveléshez kedvezőtlen talajállapot - túl nedves vagy túlzottan száraz - esetén az idővesztés nő.

A nagy időigény azonban kockázati tényező is. Az idő előrehaladtával pl. csökkenhet a talajművelés kezdetekor még optimális nedvességtartalom, így romlik a művelés minősége. A művelés végrehajtása közben hullott csapadék a talajmunka megszakítására, majd később, kedvezőtlenebb talaj körülmények közötti folytatására kényszeríthet.

A művelés géprendszereinek fejlesztése többek között az időigény csökkentésére és ezáltal a kockázati tényezők kiszűrésére irányul.

Művelési rendszer	Időráfordítás h/ha
Hagyományos sokmenetes	3,5-4
Magágyk.+vetés egy menetben	2,3-2,5
Direktvetés	0,8-1,0

A talajművelés időigénye idényjellegéből is következik. A növényápolási eljárásokat is figyelembe véve legfeljebb a két-három téli hónapban szünetelnek a munkák. A talajművelési technológiák fejlődése a művelés idényjellegét nem módosította, de lehetővé tette az őszi és tavaszi munkacsúcsok csökkentését. (Pl. a talajnedvesség veszteségének csökkentésére alkalmas nyári alpművelés, vagy az egy menetben végezhető tavaszi elmunkálás és magágykészítés lehetőségeinek bővülésével.) A természetű növények vetésterületét és azok egymáshoz viszonyított arányát úgy érdemes kialakítani, hogy művelés, vetés vagy betakarítás idején ne alakulhassanak ki nehezen leküzdhető munkacsúcsok. A jövedelmezőség kényszere azonban sokszor hat e célszerű törekvés ellen.

A talajművelés energia- és költségigénye befolyásolja a növénytermesztés jövedelmezőségét. A költségek csökkentése, amennyiben nem növeli a termelés kockázatát, helyes törekvés.

A művelés energiaigényét - így a költségét - a szükségesnél mélyebb és több, a talaj nedvességtartalmához nem alkalmazkodó beavatkozások növelik. A talajművelés nagy energiafogyasztó, és ebben az ésszerűtlen munkák nyilvánvalóan meghatározó szerepet játszanak. Ugyanakkor az is igaz, hogy a növénytermesztés és kapcsolódó munkafolyamatai között a talajművelés nagy, de nem a legnagyobb energiafogyasztó.

A mezőgazdaság részesedése az ország nettó energiafelhasználásából kb. 7-8%, a talajművelés részesedése a mezőgazdaság energiafelhasználásából mintegy 10-15%.

A talajművelés energiaigénye jól jellemezhető az 1 ha-ra eső üzemanyag fogyasztással. (Táblázatot beilleszteni)

A művelési rendszerek energiaigénye a ráfordítások költségeivel is jellemezhető. Az árváltozások miatt inkább csak az arányokra utalunk.

Pl.: A hagyományos rendszerek költsége: 100%, az őszi kalászosok csökkentett művelési rendszere 53-85%, tavaszi vetésű növényeknél ha a jellemző 8-10 munkamenet: 100% csökkentett menteszám 5-6 munkamenettel: 60-95 %.

A talaj kultúrállapotának romlása a művelés rosszabb minőségét idézheti elő, és nagyobb a költsége. A tömörödött, az elporosított felszínű vagy az elgyomosodott talajon a növények igényének megfelelő állapot gyakran többszöri beavatkozással is csak fizikai értelemben teljesíthető. A hagyományos, több munkamenetre alapozott művelési rendszerekre az ésszerűnél több energiát kell fordítani, amit a talaj károsítása miatt is célszerű mellőzni

Chapter 2. A talajművelést befolyásoló talajfizikai tényezők, a talajok állapotát és művelhetőségét meghatározó paraméterek

A művelés közvetlen és közvetett céljától függően ismerni kell a talaj tulajdonságait, valamint a műveléssel módosítható jellemzőket. Ezek, valamint a természetű növény igényének ismeretében tervezhető meg a művelés módszere, mélysége, ideje és eszköze.

A műveléssel összefüggő talajtulajdonságokat két nagy csoportra oszthatjuk, amelyeket tulajdonságaik alapján **állandó és változó tényezőknek** nevezhetnénk.

Állandó tényezőként kell számon tartani a nem, vagy csak a hosszú időszak alatt változó fizikai és kémiai tulajdonságokat. Ezek a következők:

- a talaj kötöttsége,
- a talaj fizikai félesége, mechanikai összetétele
- a talaj konzisztencia-jelenségei, képlékenysége, tapadása, súrlódása duzzadása és zsugorodása,
- a talaj szervesanyag-tartalma,
- a talaj sűrűsége,
- a talaj biológiai és kémiai tulajdonságai.

A művelést meghatározó **változó talajfizikai tényezők** a következők:

- a talaj nedvességtartalma,
- a talaj ellenállása,
- a talaj hordképessége,
- a talaj térfogattömege,
- talaj pórustérfogata, háromfázisos rendszere
- a talaj agronómiai (kultúr-) állapota.

A talajtulajdonságok, valamint a talajállapotok között kölcsönösség és hatékonysági összefüggés van. A talaj fizikai és kémiai tulajdonságai meghatározzák a termesztés során dinamikusan változó talajállapot szélső értékeit.

A művelés minőségét befolyásoló fizikai és kémiai talajtulajdonságok

A **talaj kötöttsége, fizikai félesége** a talajrészecskék közötti kohézió, a talaj agyagtartalma szerint hat a művelhetőségre. Mindkettőre befolyással van a talaj nedvességtartalma. A kötött, nagy agyagtartalmú talajok mind száraz mind túlzottan nedves állapotban nehezen művelhetők. Optimális művelhetőségi nedvességtartományuk viszonylag szűk.

A talaj kötöttsége (KA-érték)

A talaj fizikai tulajdonságainak egyik jellemzője a kötöttség is, amely a **mechanikai összetétel és a szervesanyag-tartalom függvénye. A kötöttségi szám tájékoztat a fizikai talajféleségről. Minél nagyobb a kötöttségi szám értéke, annál nehezebben művelhető a talaj és annál nagyobb a művelés energiaigénye.**

A talajművelést befolyásoló
talajfizikai tényezők, a talajok
állapotát és művelhetőségét
meghatározó paraméterek

Tulajdonképpen egy adott konzisztenciállapot eléréséig adott víz mennyiségét jelenti, azt fejezi ki, hogy 100 g ásványi eredetű, 6 %-nál alacsonyabb szervesanyag tartalmú talaj hány g víz hatására kezd elfolyósodni.

A talaj kötöttsége megszabja a művelhetőséget és a műveléshez szükséges vonóerő nagyságát. Optimális nedvességtartalom esetén a művelőeszközök mechanikai talajszerkezet-kialakító hatása kevésbé érvényesül, kihasználhatók a fizikai talajtulajdonságok előnyei. Összefüggés a KA és az agyagtartalom között. (3T gépkönyv.)

A talaj mechanikai összetétele

Kifejezi, hogy a kőzetben, vagy a talajban milyen arányban találhatók a különböző szemcsék.

A mechanikai összetétel, vagyis a fizikai talajféleség jellemzésére leginkább az Atterberg által kidolgozott frakcióhatárokat használjuk, de gyakran alkalmazzák Kacsinszkij osztályozását is. Az osztályozás a szemcsék átmérője szerint különbözik a két szerzőnél. Az alapelv azonban mindkét esetben azonos:

- a talajt alkotó, különböző szemcsenagyságú részecskéknek a vízzel szembeni viselkedése és ionmegkötő képessége.

Atterberg-féle osztályozás

- Kavics 2 mm-mél nagyobb
- Durva homok 2 - 0,2 mm
- Finom homok 0,2 - 0,02 mm
- Por vagy iszap 0,02 - 0,002 mm
- Agyag 0,002 mm-nél kisebb

A nem kötött, általában laza talajok művelhetősége kevésbé függ nedvességtartalmuktól. Száraz és nyirkos állapotban is jó minőségben munkálhatók meg. A középkötött vályogtalajok művelhetősége és a művelés minősége a nedvességtartalmuk mellett tömörödöttségüktől is függ.

Ha a talaj kötött és száraz, a művelőeszközök szerkezetalakító hatása erőteljesebben érvényesül. A művelést általában erőteljes rögzösödés és mellette porképződés jellemzi. Rontja a művelés minőségét az, ha a kötött száraz talaj tömörödött. Ez esetben a kötöttség, mint a fizikai tulajdonság szélsősége, a pillanatnyi talajállapot szélsőségeivel összegeződve hat kedvezőtlenül a művelés minőségére.

A kötött, nedves állapotú talajok művelhetőségét az agyagtartalom mellett a konzisztenciajelenségek - tapadás, duzzadás - is meghatározzák. A művelés szalonnás, gyúrt- rögzös, elkent minőséget ad, ami a talaj kiszáradásával még kedvezőtlenebbé válik. A túlzottan nedves, kötött talajok művelése ezért nem javasolható.

A növekvő kötöttséggel gyakran kémiai talajhibák járnak együtt. Ily módon értelmezhetők a művelhetőség szerinti perctalajok.

A művelés minőségének javítására és a műveléshez szükséges energia mérséklésére ezért a kötött talajokat lehetőleg kedvező nedvességtartalomnál kell megmunkálni. A művelés minőségi követelményei - megfelelő lazultság és aprózottság - a nem kötött vagy középkötött talajokon könnyebben teljesíthetők. Az alacsony kötöttségi szám azonban önmagában nem jelent előnyt. A talaj tulajdonságaival összefüggő szélsőségek miatt a műveléskor kialakított minőség tartóssága csekély (gyors ülepedés, porosodás), és a talaj fokozott védelemre szorul a víz és a szél káros hatásaival szemben.

STEFANOVITS Pál szerint a hazai talajok fizikai félesége az ország területének 15%-án homok, 12%-án homokos vályog, 47%-án vályog, 26%-án pedig agyag. A művelés minőségét alapul véve ez azt jelenti, hogy a termőhelyek 59%-án viszonylag könnyen, 41%-án pedig nehezebben teljesíthetők a növények igényei. Talajvédelmi szempontból ez a felosztás csak részben vehető figyelembe. A talajvédelem szükségessége a fizikai talajféleségektől függetlenül jelenik meg, és az egyes csoportok esetében más-más megoldást tesz szükségessé. Fizikai talajféleség megállapítása. Háromszögábra.

Konzisztenciajelenségek

A talajművelést befolyásoló
talajfizikai tényezők, a talajok
állapotát és művelhetőségét
meghatározó paraméterek

Fogalma (Brady): A talajkonzisztencia fogalmát annak a kifejezésére használják, hogy a talaj különböző nedvességállapotban milyen ellenállást tanúsít a mechanikai hatásokkal vagy a talajműveléssel szemben. A kifejezés összetett meghatározása azoknak az erőknek, amelyek a talajrészecskéket összetartják és meghatározzák azt, hogy mekkora erővel lehet a talajrészecskéket szétszakítani, vagy a talajt újraformálni. Meghatározása általában érzékszervi módszerrel történik, oly módon, hogy kezünkbe vesszük a talajt és megvizsgáljuk viselkedését. Jó tájékoztatást nyújt az is, hogy a talaj hogyan viselkedik a különböző talajművelő eszközökkel szemben.

A talajkonzisztencia jelenségét általában három nedvességi szinten határozzák meg:

Nedves (wet)

Nyirkos (moist)

Száraz (dry)

A talajkonzisztencia jelenségeinek jellemzésére a talaj szilárdsága, képlékenysége, viszkozitása, tapadóképesége alkalmas.

A képlékenységet az agyag, a szerves anyag és a nedvességtartalom befolyásolja.

A szerves anyag mennyiségének növekedésével tágul a művelhetőség nedvességtartománya, ami azt jelenti, hogy a jobb minőség tágabb nedvességtartomány között érhető el.

A nedvességtartalom növekedésével a talaj tapadós, ragadós, végül pépes, csökkenésével pedig szilárdabb, rögzöbber lesz. A konzisztenciajelenségek, valamint a művelés minőségének összefüggéseit a 27. ábra mutatja.

A talaj tapadása (adhézió) adott felületen ébredő tapadóerővel jellemezhető. Értéke 0,5-5,4 kPa között változik. Nagysága a nedvességtartalom növekedésével nő, majd egy határon túl ismét csökken. A tapadási határ fölött (27. ábra) a talajművelő eszköz vontatásához - a beragadás, eltömődés következtében - nagyobb erő szükséges. Az eszköz eredeti művelési funkcióját elveszti, a művelés minőségét pedig erőteljesen meghatározza a talaj gyúrása.

A tapadási határral jellemezhető nedvességtartalomnál - a ráfordítások növekedése és a talajkárosítás veszélye miatt - nem ajánlatos a művelés. Hasonló megfontolással a természetes vízkapacitás és a tapadási határ közötti nedvességtartalom sem kedvező a műveléshez. A talaj tapadásának, továbbá sűrűlődségének csökkentésére a gépgyártók különböző megoldásokat keresnek. Egyrészt csökkentik a sűrűlődségi felületet (pl. szalagos kormánylemez), másrészt befolyásolják a sűrűlődség és a tapadás erejét (pl. kerámia-, műanyag bevonatok a művelőelemeken).

Vízfelvétel hatására a talaj duzzad, térfogata növekszik, művelése ilyenkor a kenődés veszélye miatt nem tanácsos. Ezzel ellentétes folyamat a talaj zsugorodása. A zsugorodási határnál alacsonyabb nedvességtartalom esetén a talaj műveléskor rögzösödő.

A talaj cserepedése elsősorban a talajfelszín szerkezeti állapotától függ. Ha a szerkezet a művelés következtében leromlik, a talaj hajlamossá válik a cserepedésre. A cserepedés megszüntetésére alkalmazott sorozatos beavatkozások a szerkezet további leromlását idézik elő.

A talajok konzisztenciajelenségei javítják vagy rontják a művelés minőségét. Hatásuk kedvező, ha a talaj állapota túlzott energiaráfordítás és a szerkezet károsítása nélkül változtatható meg. Kedvezőtlen akkor, ha a növények igényének és a talaj védelmének megfelelő talajállapot nagyobb energiaráfordítással sem érhető el. A talaj oly mértékben deformálódhat, hogy helyrehozása csak újabb művelési beavatkozások sorával és hosszabb időszak alatt lehetséges.

A talaj szerves anyagai

Befolyásolják:

- a talaj fizikai tulajdonságait, sűrűségét, kötöttségét és képlékenységét,
- a talajok térfogattömegét, porozitását, szerkezetét és annak tartósságát, hordképességét,

- a talaj művelhetőségét.

A szervesanyag-tartalom növekedése előnyösen hat a talaj fizikai tulajdonságaira. Ezek az előnyök megjelennek a művelhetőség és a hordképesség javulásában, valamint a műveléssel kialakított lazultság tartósabb megmaradásában.

A talaj sűrűsége közvetve hat a művelés minőségére, azáltal, hogy befolyásolja a talajállapot jellemzésére is alkalmas összes pórustérfogat határértékeit.

Def.: egységnyi térfogatú, hézagmentes, abszolút száraz talaj tömege (g/cm³, t/m³). Értékét befolyásolja: ásványi összetétel, szervesanyagtartalom. Jellemző sűrűségi értékek.

Humuszos homok: 2,59

Vályogos homok: 2,62

Humusz: 1,26-1,76

Homokos vályog: 2,64

Nehéz agyag: 2,70

Istállótrágya: 0,40-0,70

A talaj biológiai élete a kedvező fizikai és biokémiai tulajdonságok és folyamatok serkentője. Ha a művelés megteremti a talaj élő szervezeteinek életfeltételeit, elősegíti elszaporodásukat, ez a beéredettségen keresztül hatással van a további agronómiai talajmunkák minőségére is.

A talaj biológiai tevékenysége elősegíti a biológiai felépítettségű talajszerkezet kialakulását a mikrobák morzsafelépítése, valamint a gilisztaürülék által.

A talajban élő állatok járataikkal növelik a talaj pórustérfogatát, ezzel kedvezőbbé teszik a víz- és levegőmozgást.

A talaj faunájából a földgiliszták szerepét kell kiemelni, miként 1891-ben SCHULTZ-LUPITZ írta: "fáradhatatlan művelői a talajnak". Elősegítik a talajszerkezet kialakulását, a tartós humuszképzést, a talaj állandó keverését, intenzívebb légzését, a csapadékvíz leszivárgását.

Biológiai talajműveléssel érhető el a beéredett talajállapot. Kemenessy Ernő „biológiai talajművelés” koncepciója. Biológiai tényezők hatására kell, hogy kialakuljon a számunkra megfelelő talajállapot.

A talaj művelhetőségére közvetett hatással vannak egyes kémiai talajtulajdonságok. Az uralkodó kationok alapján a kalcium-, a magnézium-, a nátrium-, vagy a hidrogéntalajok szerinti csoportosítás sorrendjében egyre rosszabb a talaj művelhetősége.

A talajkémhatás befolyásolja a szerkezetképződést. Az erősen lúgos, illetve erősen savanyú talajban csökken a mikrobiológiai tevékenység és így a szerkezetképződés. Ez a magyarázata annak, hogy a talajok savanyodásával a művelés során kialakított lazultság kevésbé lesz tartós, gyorsabb visszaülepedésre, rövidebb hatástartamra számíthatunk.

A talajállapot hatása a művelés minőségére

A művelés minőségét a talaj pillanatnyi állapotát jellemző tényezők közül elsősorban nedvességtartalma, ellenállása, a térfogattömeggel és a pórustérfogattal kifejezhető tömörödöttsége, valamint a talaj kondícióját meghatározó agronómiai vagy kultúrállapota befolyásolja.

A talaj nedvességtartalma a fizikai tulajdonságokon (kötöttség, mechanikai összetétel, konzisztencia) keresztül segíti elő, vagy csökkenti a növények számára megfelelő talajállapot kialakítását.

Ha a talaj nedvességtartalma alacsony, akkor erőteljesebben érvényesülnek a kötöttséggel összefüggő kedvezőtlen fizikai hatások. A talaj nehezebben, nagyobb energiárfordítással művelhető, és az így létrehozott rögös állapot csak további beavatkozásokkal válik alkalmassá a növénytermesztésre.

A talajművelést befolyásoló
talajfizikai tényezők, a talajok
állapotát és művelhetőségét
meghatározó paraméterek

A műveléshez kedvező nedvességtartalom - tapasztalati jellemzéssel: ha a talaj nyirkos - esetén csökken a talajkötöttség és az agyagtartalom kedvezőtlen hatása. Ilyenkor a talaj a művelőeszköz nyomán omlik, aprózottsága porosodás nélkül, kedvezően alakul, és újabb porhanyító műveletekre általában nincs szükség. A talaj kötöttségétől, agyagtartalmától függően állapítható meg a műveléshez optimális, megfelelő és kedvezőtlen nedvességtartomány.

A művelés minősége és a talajnedvesség-tartalom összefüggései az alábbiak szerint jellemezhetők:

	Rögösödés	Omlékony állapot	Talajkenés	
	←		→	
Száraz	Porosítás ←	Műveléshez kedvező talajnedvességtartomány	→ Gyúrás, tömörítés	Nedves
	Növekvő energiaigény és ←	Kedvező energiaigény	→ Növekvő energiaigény és	
	Talajkárosítás ←	Mérsékelt talajkárosítás	→ Talajkárosítás	

A nedvességtartalom kedvező, ha a művelőeszköz a rá jellemző műveleteket hatékonyan végzi el, minimális talajkárosítás és nem túlzott energiaráfordítás mellett.

A művelési szempontból "perctalajokon" szűk a kedvező talajnedvességtartománya, rövid ideig áll fenn a művelésre megfelelő állapot.

Összefüggés mutatható ki a talajművelési eljárások elvégezhetősége és a talaj vízkapacitás %-ban kifejezett nedvességtartalma között.

Ez alapján az ajánlott vízkapacitás %-os telítettsége:

- szántáshoz 50-60,
- lazításhoz 40-45
- tárcsázáshoz és kultivátoros műveléshez 45-50. (Nedvességábra, beilleszteni)

A művelési eljárásonkénti eltéréseket azok hatékonysága indokolja. Jó minőségű szántás nyirkosabb talajon végezhető, míg a kultivátoros és a tárcsás művelés ehhez viszonyítva szárazabb talajon is eredményes. A lazítók akkor töltik be funkciójukat, ha a talaj száraz, mivel csak így érvényesül lazító és repesztő munkájuk.

A túlzottan nedves talajok művelhetősége a kötöttségtől, az agyagtartalomtól is függ. A laza homoktalajok nedves állapotban is művelhetők a szerkezet károsítása nélkül. Az így kialakított agronómiai állapot azonban nem tartós. A középkötött talajok nedvesen ugyan művelhetők, de a létrehozott minőség általában kedvezőtlen, gyúrt- rögös, elkent. Csak az őszi szántás esete kivétel, amikor a fagyhatás elvégzi a szalonnás felszín megfelelő szerkezeti átalakítását.

A talaj ellenállása

A talajművelést befolyásoló
talajfizikai tényezők, a talajok
állapotát és művelhetőségét
meghatározó paraméterek

Az az erő, amelyet a talaj műveléskor a művelőeszközzel szemben kifejt. A talajrészecskék szétválasztással szembeni ellenállásából, a talaj és a művelőeszköz között fellépő surlódásból, a talajrészecskék közötti surlódásból és a talaj tömegéből tevődik össze. Különböző fizikai féleségű talajokon művelés előtt 2,5-5,5 MPa a talajellenállás jellemző értéke, lazító művelések hatására a talaj ellenállása 0,5-1,5 (2,0) MPa értékre módosul.

A kötöttségtől, az agyagtartalomtól és a konzisztenciajelenségektől függően hat a művelés minőségére.

A laza homoktalajok művelhetősége a kedvezőtlen szerkezet és a gyors ülepedés miatt gyakran csak viszonylagosan könnyebb. Ha száraz állapotúak és tömörödtek, nagy az ellenállásuk. A homokszemcsék az ülepedés során úgy illeszkednek egymáshoz, hogy szárazság esetén a kötött talajhoz hasonló ellenállást fejtenek ki a művelőeszközökkel szemben.

A középkötött talajok művelésére jellemző ellenállás a nedvességtartalomtól és a tömörödöttségtől függ. A jó agronómiai minőség megközelítése érdekében lényeges, hogy szakszerűen válasszunk eszközt a talaj állapotához. Ha a talaj száraz és nem tömörödött, akkor jól leküzdhető az ellenállása a lazítást és porhanyítást végző művelőgépekkel, mérsékelt rögzösödés és energiaráfordítás mellett.

A talaj térfogattömege és összes pórustérfogata. Értékük mutatja, hogy a talaj adott pillanatban mennyire lazult vagy tömörödött. A kellően laza talaj jól és jó minőségben művelhető. A tömörödöttség viszont kedvezőtlen talajállapotot és rosszabb művelhetőséget jelent.

A tömörödött talajra jellemző térfogattömeg-érték 1,50 g/cm³, illetve ennél nagyobb, a pórustérfogat pedig 40%, vagy annál kisebb.

A talaj térfogattömeg meghatározása eredeti szerkezetű talajmintából történik

Jellemző térfogattömeg értékek:

Határértékei: 0,8-1,8 g/cm³

Tarló: 1,5 g/cm³ (tömör állapot)

Művelt talaj: 0,8-1,2 g/cm³ (laza állapot)

Magágy: 1,15-1,35 g/cm³ (közepesen laza állapot)

A talaj tömörödöttsége növekedhet

- a talaj természetes kialakulása során (a szelvényben),
- a talaj természetes ülepedése következtében (a szelvényben),
- időjárási tényezők hatására (főként a felszínen),
- a talajdegradáció következtében (a szerkezet romlása, a szerves anyagban való elszegényedés hatására),
- talajművelés hatására (a felszínen és a különböző rétegekben). A tömörödés kialakulása és a tömödött rétegek vastagodása közvetlenül és közvetve rontja a művelés minőségét.

A tömödött és kiszáradt talajban műveléskor szabálytalan alakú, gyakran élesen sarkos, nagy méretű rögök, hantok képződnek. Túlzottan nedves körülmények esetén pedig elkent élű, a művelőelem alakjához hasonló, szalonnás hantok keletkeznek. GYÁRFÁS József szavai szerint a föld művelője a száraz talajt "röggé robbantja", a nedves talaj "hátából szíjakat hasít".

Forgatásos művelés hatására a talaj összes pórustérfogata elérheti a 60 %-ot, ami a talaj vízbefogadó képességének növekedését tekintve kedvező, de a növények magágyigényéhez mérten túlzott. Minél közelebb van a művelés ideje a vetés idejéhez, annál inkább előnyös a növények igényével megegyező talajaprózottság és lazultság létrehozása.

A talaj agronómiai (kultur-) állapota és a művelés minősége között szoros az összefüggés. A jó agronómiai állapot kedvező talajfizikai és biológiai körülményekre utal. Ha a fizikai állapot természeti, vagy antropogén hatásra tartósan kedvezőtlennek válik, akkor olyan káros biológiai, biokémiai folyamatok indulnak meg, amelyek

közvetett módon akadályozzák a talaj regenerálódó képességét. A talajállapot biológiai beérlelő műveléssel javítható.

Amennyiben a talajt többszöri fizikai és kémiai terhelések érik, akkor fizikai-biológiai kondíciójának leromlása állandósulhat. A talaj fizikai-biológiai leromlására utaló jelenségek pl. a porosodás, a cserepedés és a rögzösödés. A jó minőségű művelésre való törekvés tehát mindig több annál, mint hogy kedvező talajaprózottságot és lazultságot állítsunk elő a növény számára. A műveléssel kialakított fizikai állapot valójában akkor kedvező, ha elősegíti a biológiai beéledést és biztosítja a talaj védelmét.

A talaj agronómiai állapotára hatással vannak a haszonnövények és a gyomok, mivel fejlődésük segítése vagy korlátozása nem függetleníthető a műveléstől. A talaj-növény rendszer pedig gyakran meghatározója a művelés várható minőségének.

A kultúrállapotban levő talajra jellemző talajtulajdonságok:

- kedvező a levegő, víz- és hőforgalom,
- morzsás szerkezet jellemző (kivétel a homok és a szikes talaj),
- nem fordulnak elő a talaj tevékenységét akadályozó tömör rétegek,
- aktív a biológiai élet,
- a biokémiai folyamatok hatása a növényekre kedvező,
- a szervesanyag és gyarapodás és bomlás egyensúlyban van,
- megfelelő szintű a kémiai anyagokkal szembeni pufferképesség,
- a művelőgépek mechanikai károsítása gyengén érvényesül

A talaj szerkezete

A talajszerkezet a talajnak az az állapota, amelynek képződése folyamán az elsődleges részecskék összetapadása után nagyobb méretű, többé-kevésbé ellenálló másod- és harmadlagos szerkezeti elemek, aggregátumok képződnek.

Elsődleges halmazok (koagulumok)

A koaguláció folyamán különböző szerkezet jöhet létre. Peptizált állapotban rendezetlenül helyezkednek el. Kapcsolódhatnak:

lap laphoz, lap élhez, él élhez. Létrejön egy térhálós szerkezet.

Mikroaggregátumok

Képződésükben szerepet játszanak a vázrészek is. A vázrészeket mint építőköveket a kolloidok összeragasztják.

A kolloid ragasztóanyagok különfélék lehetnek és befolyásolják a létrejövő szerkezet tulajdonságait.

- **Agyagásványok.** Humusszegény vályog- és agyagtalajokban. A felépült szerkezeti elemek vízállósága gyenge.
- **Szerves anyag.** Ellenálló, értékes szerkezeti elemek. Organominerális komplex. Élő mikroszervezetek jelentősége.
- **Vas-, alumínium- és mangánhidroxidok.** Erős ragasztóanyagok.
- **Szénsavas mész.**

Aggregátumok

Kialakulásukban fizikai erőknek is nagy jelentőségük van.

- Gyökerek nyomó hatása

- Fagy hatása

- Talajművelő eszközök hatása.

A talaj szerkezetének vizsgálatánál lehetséges

- talajtani megközelítés
- agronómiai megközelítés

Talajtani megközelítés

Megkülönböztetünk morfológiai szerkezetet és agronómiai szerkezetet.

Morfológiai szerkezet: a szerkezeti elemek alakja és mérete szerint

Agronómiai szerkezet: a különböző szerkezeti elemek mennyisége és aránya alapján

Harmadik lehetséges értékelési mód: a szerkezeti elemek vízállósága alapján

Morfológiai szerkezet: a talajszelvény helyszíni leírásakor

Szerkezet minősége:

- Egyedi szerkezet (laza talajok)
- Törési szerkezet (tömött talajok)
- Aggregátszerkezet (szerkezetes talajok)
- Gyengén szerkezetes talajok: nagy vagy kisebb nyomásra esnek szét, a szétesett részek között kevés szerkezeti elem található.
- Közepesen szerkezetes talajok: nagy nyomásra esnek szét, a szétesés termékei között szerkezeti elem nem található.
- Erősen szerkezetes talajok: kisebb nyomásra szétesnek, a szétesett részek között sok szerkezeti elem van.

Szerkezeti elemek mérete és alakja

- A tér három irányában egyformán fejlett szerkezeti elemek
 - Rögös, morzsás
 - Diós, szemcsés
- A tér két irányában egyformán, a harmadik irányban erősebben fejlett szerkezeti elemek
 - Hasábos, oszlopos
 - Lemezszerű

Agronómiai szerkezet: alakra való tekintet nélkül a méret alapján osztályozunk.

- Meghatározás: szitasorozat
 - 20, 10, 5, 3, 1, 0,5 , 0,25 mm lyukméret Csoportokat képezünk:
- Csoportokat képezünk:
 - 10 mm < : rög

- 10-0,25 mm: morzsa
- 0,25 mm>: por
- Legelőnyösebb: 1-3 mm. Ideális lenne ha az aggregátumok 80%-a a morzsafrakcióba tartozna.
- Mészáros-Sitkei osztályozása:
 - 10-20 mm: apró rög
 - 20-40 mm: kis rög
 - 40-60 mm: közepes rög
 - 60 mm<: nagy rög

Agronómiai megközelítés

A talaj három fázisból álló anyagrendszer:

- Szilárd: szertetlen és szerves eredetű szárazanyag
- Folyékony: a talaj nedvessége
- Légnemű: a talaj levegője
- Egyes szerzők 4. fázisként a mikroorganizmusokat is ide sorolják.

A talaj szerkezete az egyes szemcsék és szemcsecsoportok térbeli elhelyezkedése. Az ásványi mállástermékeket kötőanyag vonja be és ragasztja össze nagyobb egységekké. A kötőanyag a talaj kolloidális része, egy része ásványi kolloid, más része szerves kolloid és a két rész össze is kapcsolódik. Ezt nevezik organominerális komplexnek.

Agronómiai értelemben érdemes megkülönböztetni a művelt talajréteg szerkezeti formáit, amelyek a következők lehetnek:

Morzás szerkezet: a nagyobb rögök gyenge nyomásra 0,25-10 mm-es morzsákra hullanak szét. Ez a szerkezet a csernozjom és a réti csernozjom talajokra jellemző.

Poros szerkezet: a talaj nagy része laza por, vagy a talaj egységesen összeállott tömeget alkot, amely már kis nyomásra is finom, 0,25 mm alatti porrá hull szét. Rendszerint morzás szerkezet leromlásából keletkezik.

Tömött szerkezet: a talaj nyomás hatására sem aprózódik fel rögökké. Száraz állapotban repedezett. A nehéz mechanikai összetételű réti agyag- és szikes talajok szerkezete.

Homokos szerkezet: a talaj laza és szemcséi megnedvesítve sem tapadnak össze. A váztalajok jellemző szerkezete.

Hantos (rögös) szerkezet: inkább állapotnak tekinthető, mivel a homokos szerkezeti állapot kivételével bármelyik állapot mellett létrejöhet, ha a talajt túlságosan száraz, vagy nedves állapotban műveljük meg. Földművelési szempontból a 10 mm-nél nagyobb szerkezeti elemek tartoznak a rög kategóriájába.

A talaj szerkezete rendkívül fontos növénytermesztési szempontból a megfelelő víz-levegő arány biztosítása miatt. A kettő egymástól elválaszthatatlan. A fázisok térfoogatának egymáshoz való aránya az altalajban alig ingadozik, a művelt feltalajban viszont állandóan változik.

A termőtalaj legfontosabb feladata a szervesanyag-termelés és lebontás! E két ellentétes feladat csak jó szerkezetű talajban mehet végbe.

Talajtani értelemben az ideális szerkezetű talaj legalább 80% morzsafrakciót tartalmaz. Hazai szántóföldi talajainkban a morzsafrakció aránya 0-60% között változik, de erősen csökkenő tendenciát mutat.

A talajművelést befolyásoló
talajfizikai tényezők, a talajok
állapotát és művelhetőségét
meghatározó paraméterek

A morzsás szerkezet fontos talajtermékenységi tényező, kialakításának lehetőségei azonban sajnos nem minden esetben vannak meg és ennek megfelelően kompromisszumokra kényszerülünk. Ennek okai:

Az ősállapotban levő talaj művelésbe vonása a talaj fejlődésébe, a természet rendjébe való erőszakos beavatkozást jelent. Bármilyen jól végezzük is talajművelési feladatainkat a természetes állapothoz képest talajszerkezet romlás fog bekövetkezni. Annak ellenére azonban, hogy a talaj eredeti és legjobbnak ítélt szerkezetét nem tudjuk fenntartani, ha kellő szinten tartjuk a humuszanyagok, a szerves kolloidok, a kalcium mennyiségét, akkor nem tudjuk ugyan fenntartani az ősállapotnak megfelelő szerkezetességet, de biztosítani tudjuk azt a szerkezeti állapotot, amely biztosítani tudja a talaj termékenységének a fenntartását és megújulását.

Vannak olyan talajtípusok, ahol a morzsás szerkezet kialakulásának természetes körülmények mellett sincsenek meg a feltételei. Ilyenek a kevés szerves kolloidot tartalmazó homoktalajok például, amelyek természetes állapotban sem morzsás szerkezetűek.

Szántóföldi talajainkban, még a legjobb szerkezettel rendelkező csernozjom típusban sem találjuk ma már meg a talajtani értelemben vett morzsás szerkezetet, amely a művelés hatására elrombolódik és helyét a bolygatott talajban lehetséges részleges aggregátumképződés hatására kialakuló álaggregátumok veszik át, amelyek a póruster kialakításában nem vesznek részt.

Az elmondottaknak a földművelési konklúziói a következők:

A talaj szántóföldi használatakor mindent el kell követni a talaj természetes morzsás szerkezetének megőrzéséért, illetve a leromlás ütemének lassításáért. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy talajművelési szempontból más megítélés alá kell, hogy essenek a szerkezetes, illetve a szerkezetképződésre hajlamos és alkalmas talajok, mint a szerkezetnélküli talajok.

A szerkezet dinamikus változó talajállapot, amelyben a talajpórusok szerepe különösen fontos, mivel meghatározza a kapilláris és nem kapilláris póruster arányát.

A talaj morzsás szerkezete több tényező hatására alakul ki, amelyek közül a legfontosabbak:

- kémiai tényező: a talaj kedvező Ca-mérlege
- biológiai tényező: a biológiai lebontás bizonyos fokán álló, bőséges szerves anyag (tartós humusz, táphumusz fogalma)
- a talajban található elemek hatása (Ca, Mg, K, H)

A Ca szerepe a talajszerkezet kialakulásában:

Hofmeister-féle ionsor, LIOTRÓP sor

$Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+ < Mg^{++} < Ca^{++} < Sr^{++} < Ba^{++}$

Növekvő szorbeálhatóság,

Csökkenő vízburoknagyság

Amint a talajrészecskék töltése semelegesítődik, elveszítik vízburokat és összetapadnak megtörténik a KOAGULÁCIÓ.

A nagy hidratburokkal rendelkező ionok, mint pl. a Na nem tud a kolloid részecskék felületéhez megfelelően közel kerülni, mivel mind az ion, mind a talajrészecske vízburka akadályozza a felületek közeli érintkezését. Ezért az ion csak kismértékben tudja semlegesíteni a talajkolloid negatív töltését. A kolloid töltésének nagy része ennélfogva megmarad, aminek következtében taszítja a többi talajrészecskét és nem következik be a koaguláció.

A talajművelés szerkezetre gyakorolt hatása

Forgatás, porhanyítás:

- elősegíti a morzsaképződést

Túlzott művelés:

- a morzsákat szétrombolja, porosít

Növénytermelés:

- Szerkezetrontó. Az évelő pillangósok és fűvek kivételével szinte valamennyi növény agrotechnikája rontja a talaj szerkezetét.

Biológiai életfeltételek hiányos volta:

- Szerkezetrontó.

Szerkezetrontó továbbá a:

- Szárazság
- A talaj levegőtlenisége
- Cserepesség
- Tömődöttség

Zivataros esők „morzsarobbanást” okoznak.

Okszerű talajhasználat: a szerkezetrontást minimalizálni, a morzsás szerkezet képződését elősegíteni.

Hogyan történik a talaj szerkezetének leromlása:

A művelt talajok tényleges vízállósága mindig kisebb mint a bolygatatlan talajoké. A probléma különösen olyan talajokon jelentkezik, ahol a morzsák vízállósága száraz állapotban rossz.

A talaj szerkezete a felszínen eliszapolódik, leromlik

A művelt réteg alján szintén.

A folyamat ismétlődik és a két réteg egyre vastagabb lesz.

Az alsó réteg tömörödése nem azonos az eketalpréteggel, amely nem a művelt rétegben, hanem közvetlenül alatta, az altalaj tetején alakul ki.

A leromlás előrehaladás, fokozatai:

1. A réteg, bár a tömődöttség már érzékelhető, még morzsásan törik.
2. A réteg rögzösen törik
3. A réteg lemezesen törik.

A szerkezet leromlása már a régebbi időkben is gondot jelentett. Ballenegger írja a '30-as évek 2. felében:

A mezőgazdasági gépek ipara a podzol – tehát a leromlásra kémiai adottságainál fogva leginkább hajlamos – talajokkal rendelkező országokban nőtt nagyra. Ott született meg a gőzeke, ott gyártották azokat nehéz gépeket, grubbereket, rögtörő hengereket és egyéb rögtöt zúzó szerkezeteket, amelyekkel a gépipar igyekezett a gazda boldogulását elősegíteni. Óriási munkát végez a gazda – írja Ballenegger - , hogy a rögtöket aprítsa, a leromlott szerkezetű talajt ismét kedvező szerkezeti állapotba hozza, de mindaddig, amíg megelégszik ezzel a tüneti kezeléssel, amelynek hatása csak az első nagyobb esőig érvényesül, és nem iparkodik a leromlás okait megszüntetni, addig hiábavaló lesz minden fáradozása.

A talajművelés ördögi körei.

Rögösödés

Porosodás

Cserepesedés

Különösen aprómagvú növények esetében okoz károkat. Nem minden talaj hajlamos egyformán a cserepesedésre. Sok helyen a szétiszapolódott talaj összefüggő tömött réteget alkot, repedezik, de nem cserepesedik.

A cserepesedést előidéző okok: a talajfelszín szerkezetének leromlása, az ép morzsák közötti tereket por tölti ki.

A képződött talajcserepek szilárdsága annál nagyobb, minél

- kötöttebb a talaj,
- jobban elporlott a talajfelszín,
- jobban kiszárad a talaj a cserepesedést előidéző benedvesedés után.

Látható, hogy a szerkezeti elemek vízállósága alapvető jelentőséggel bír. Ezért jó, ha valamilyen módon tájékozódni tudunk a talajszerkezet vízállóságáról.

Vízállóságot meghatározó módszerek:

Nedves szitalás

- Kétféle módja van: sziták mozognak álló vízben, víz mozog az álló sziták között
- Viljamsz-Fagyajev féle eljárás. Az első csoportba tartozik.
- Meyer-Rennenkapmf készülék. Víz áramlik álló sziták között. Ha a morzsák szétáznak mindig lejjebb kerülnek az egyre kisebb lyukú szitákra, vagy teljesen eltávoznak a rendszerből.

Egy másik fontos vizsgálat az aggregátumok kötőanyagainak és regenerálhatóságának vizsgálata. A száraz talaj porát vízzel összekeverve műaggregátumokat készítünk és ezek ellenállóképességét vizsgáljuk.

A nedves szitalásos módszerek a talaj csapadékellenállóságáról adnak felvilágosítást, míg a regenerálhatóság azt mutatja meg, hogy a művelés hatására milyen szerkezetet lehet kialakítani.

A talajművelés során sokszor hangoztatott célkitűzésünk, hogy a talaj pórusviszonyainak, víz,- levegő- és hőgazdálkodásának optimális alakításával (szabályozás?!) biztosítsuk a növények fejlődésének feltételeit. Ahhoz, hogy e tekintetben ne maradjunk meg az általánosságok szintjén néhány szót kell ejteni ezen tényezők talajtani alapjairól. Ezek a tulajdonságok olyannyira összefüggenek, hogy szétválasztásuk inkább csak a könnyebb tanulmányozás és az egyszerűsítés miatt lehetséges és szükséges.

A talaj pórusviszonyai

A talaj mechanikai összetétele és szerkezetessége dönti el, hogy a légkörből mennyi vizet, (csapadékot), levegőt és hőt képes hasznosan befogadni, tárolni és mindezeket milyen arányban. A hangsúly a megfelelő arányon van.

Pórustérfogat (porozitás)

a szilárd részek által elfoglalt tér és a hézagter viszonya.

pórustérfogat: egységnyi térfogatban a szilárd részek által be nem töltött tér térfogatszázalékban kifejezve.

Térfogattömeg, sűrűség fogalma viszonya.

A porozitás kb. 70-25% között változhat.

Jó ha P= 50-60 térf.%

Rossz ha P= 30-40 térf.%

P% kiszámítása

A talaj hézagterének különböző funkciókban van szerepe:

- gyökérfejlődés
- vízáteresztés, vízvisszatartás
- talajlevegő
- talajmikroflóra

Fontos a különböző méretű hézagok aránya:

Pórusméret	Funkció
30 μm (0,03 mm) >	- a talaj átszellőztetése - a csapadékvíz gyors befogadása és vezetése - a talaj légjárhatósága és vízvezető képessége
3 - 30 μm (0,003 - 0,03 mm)	- a talaj vízgazdálkodásának szabályozása a csapadékvíz lazán kötik (víztartóképesség) a talaj szellőzésében is van még szerepük
3 μm (0,003 mm) >	- a talaj víztartóképessége - a talaj kiszáradása esetén az utolsó víztartalékot jelentik - a mikroflóra megtelepedése

Sekera szerint akkor jó a megoszlás, ha a három pórustér aránya 1 : 1 : 1.

Optimális helyzet vályogtalaj esetében áll elő.

Figure 2.1. A pórusfészeségek megoszlása a különböző talajokban

Talajnem	Pórusfészeség %			
	Finom	Közepes	Durva	Összesen
Homok	5 - 15	5 - 10	30 - 40	35 - 50
Vályog	10 - 20	15 - 20	10 - 25	40 - 60
Agyag	30 - 40	10 - 15	5 - 15	40 - 60

A pórusrendszer kialakulását alapvetően a talaj mechanikai összetétele határozza meg.

Kedvező víz - levegő arány:

- Fehér Dániel: 2: 3
- Frank Melanie: 3: 4

Kacsinszki: a pórustérben legalább 20%-nyi levegőnek kell lennie.

Emiatt fontos a pórustér minőségi megoszlásának ismerete

DIFFERENCIÁLT POROZITÁS

A talajművelést befolyásoló
talajfizikai tényezők, a talajok
állapotát és művelhetőségét
meghatározó paraméterek

A talaj összes hézagterén belül a különböző átmérőjű hézagok milyen arányban találhatók.

A pórusokat általában funkciójuk alapján osztályozzák:

funkciójuk: vizet és levegőt tartalmaznak

Pe = erősen kötött vízzel telt pórusok

Pl = lazán kötött vízzel telt pórusok

Pk = kapilláris erővel visszatartott víz pórustere

Pk-g = kapilláris-gravitációs erővel visszatartott víz helye

Pg = gravitációs erő hatására mozgó víz pórustere

Pl = az a pórustér, amely a talaj vízzel való telítése után is levegővel van tele

A talaj hézagterének különböző tartományait a vízzel szemben mutatott viselkedésük alapján határoljuk el egymástól

A talaj pórusterében a víz különböző erők hatása alatt áll.

A talajban levő vízre ható erők érvényesülésének pontos határait megállapítani nem lehet. A talaj nedvességállapotától függően az

- adszorpció
- szorpció
- kapilláris
- gravitációs

erő hatása domborodik ki, de ezek az intervallumok jelenlegi talajfizikai ismereteinkkel nem értelmezhetők pontosan. Jelenlegi megoldásként olyan elméleteket dolgoztak ki, amelyeknek középpontjában nem a talaj nedvességre ható erők egyenként, hanem azok összessége áll.

Ez a talajnedvesség kapilláris potenciálja, a talaj szívóereje.

A talajnedvességre ható erőket úgy lehet értelmezni, hogy a talaj a vízre bizonyos szívóhatást fejt ki. Ugyanilyen nagyságú, de ellenkező irányú szívóerőt kell kifejteni, ha ezt a nedvességet a talajból el akarjuk távolítani, munkát kell tehát a talaj ellenében végezni.

A kapilláris potenciál alkalmas a talaj fontosabb hidrológiai állandóinak energetikai jellemzésére.

Minél kisebb a talaj nedvességtartalma, annál nagyobb erők rögzítik a talajban a vizet annál nagyobb a talaj szívóereje. a teljes kiszáradásig eléri a 10.000 atm-t. (1 atm=101,325 kPa)

1 atm 1033,6 cm magas vízoszlop (76 cm magas higanyoszlop)

10.000 atm 10.000.000 cm magas vízoszlop

Ezzel nehézkes dolgozni, ezért Schofield bevezette a

pF-érték fogalmát a kapilláris potenciál negatív logaritmusaként

(mivel a kapilláris potenciál negatív szám, ezért a pF-értékek pozitívak)

A talajművelést befolyásoló talajfizikai tényezők, a talajok állapotát és művelhetőségét meghatározó paraméterek

pF-érték	Vízoszlop cm	Atm
pF 0	1	0,001
pF 1	10	0,01
pF 2	100	0,1
pF 3	1000	1
pF 4	10.000	10
pF 5	100.000	100
pF 6	1.000.000	1.000
pF 7 10.000.000	10.000	

Hogyan határozható meg a differenciált porozitás a pF-érték segítségével: a víz adott részének elszívásához szükséges erő

A talaj vízgazdálkodása

A növények vízszükségletének a kielégítése szempontjából alapvető jelentőségű

1 kg szárazanyag előállításához 300 - 600 kg transzpirációs vízre van szükség. Hazai viszonyaink között legtöbbször a víz a limitáló tényező.

Ugyanilyen fontos talajművelési szempontból is.

A talaj vízgazdálkodásnak fogalma: a talajban levő víz mennyiségét, állapotát, formáját és mozgását jelenti * megszabja a természetett növények vízellátását * a vízellátást milyen beavatkozásokkal teremthetjük meg.

A vízgazdálkodásnak hatása van a következőkre:

- levegőgazdálkodás
- hőgazdálkodás
- tápanyaggazdálkodás
- biológiai tevékenység

A természetes talajban a víz a pórusokban helyezkedik el. A talajok azonban különböző tulajdonságokkal rendelkeznek.

A különböző típusú

- szerkezetű
- szemcseösszetételű

talajok pórusstruktúrájának különbségei a talaj és a víz egymáshoz való viszonyában eltéréseket okoznak és e különbségek a talaj változó fizikai sajátságaiiban nyilvánulnak meg.

E sajátságok döntő módon befolyásolják a talajban a növényzet életkörülményeit, elsősorban víz- és levegő ellátását.

Melyek ezek a sajátságok?

- a természetes szerkezetű talaj vízkapacitása, mint a talaj víztartó, illetve raktározó képességnek felső határa

A talajművelést befolyásoló
talajfizikai tényezők, a talajok
állapotát és művelhetőségét
meghatározó paraméterek

- a növényzet vízkihasználásának határértéke, vagyis a holtvíz mennyisége
- a talaj vízvezetőképessége, tehát az a sebesség, amivel a felületre jutott különböző vízmennyiség a talajba beszivárog és ott egyensúlyba jut
- a talaj hézagterfogatának értéke és levegőtartalmának változása

Chapter 3. A talajállapot minősítése.

Művelési hibák okai, következményeik

A Jó és a rossz talajállapot

A talaj állapota művelhetőség, a növénytermesztésre alkalmasság és a környezetre gyakorolt hatásai alapján ítéltető meg. Kedvező a talaj állapota, ha széles nedvesség tartományban jól művelhető, biztonságosan alapozza a növény termesztését, a fizikai, kémiai és a biológiai jellemzői nem rontják a környezet minőségét. A talajállapot kedvezőtlen, ha egy vagy több fizikai, kémiai, vagy biológiai jellemzője környezeti kárnak minősül, és a növénytermesztés csak költséges beavatkozások árán tehető eredményessé.

A talaj állapota fizikai paraméterekkel egzakt módon meghatározható.

A talaj minőségét a fizikai, a biológiai állapot és a termékenység összhangja jellemzi. A talaj fizikai és biokémiai állapotának szélsőségei környezeti károk, amelyek a termelés színvonalának csökkentése révén is rontják az élet minőségét.

Figure 3.1. Talajállapot változatok és hatásuk

Talajállapot	Hatás a növényre	környezetre
Természetes lazultság	Kedvező	Előnyös
Túlzottan laza	Kedvezőtlen	El/lehordható
Tömörödött (művelési hiba)	Növekedésgátlás, aszály-érzékenység	Vízpangás a tömör réteg fölött
Lazítással javított	Jobb gyökerezés	Nincsvízpangás
A növények magágy-igénye	Kedvező	A morzsás szerkezete előnyös, a poros nem
A növények gyökérágy igénye	kedvező	Kedvező vízforgalom

A talaj állapota a növénytermesztés igénye alapján kedvező, megfelelő vagy alkalmatlan lehet. A növény talajállapot igénye egy adott talajréteg lazultságával szembeni kívánalom.

Művelési hibák okai, következményei és enyhítésük

A hiba – eltérés az előírtaktól, vagy az elvárásoktól

A művelés során kisebb-nagyobb állapot hibák keletkeznek a talajban. A hiba a művelés minőségét, eredményét rontó tényező (vagy tényezők sokasága), elmaradás a tervektől. A talajművelés, minőségbiztosítási szempontból folyamatnak tekinthető, és folyamatközpontú szemlélettel vizsgálható. A folyamat eredménye esetünkben a műveléssel létrehozott talajállapot.

A talajművelés, mint folyamat és mint folyamatlánc minősége tervezhető, előírható. Az előírások az ellenőrzések, a vizsgálatok, a hibamegelőző és hibahelyesbítő tevékenységek elősegítik a művelési cél teljesülését, a gazdálkodásra és a környezetre kiható hibák megelőzését.

A hiba következményei károk és veszteségek a művelési folyamatban. A súlyos károk javító művelési és termesztési eljárásokkal, a talajon járás csökkentésével enyhíthetők. A művelés kárt okoz, ha a környezetet közvetlenül, vagy közvetve veszélyezteti.

Az EU és a nemzeti környezetvédelmi elvárások célja a gazdálkodók ösztönzése a művelési és növénytermesztési folyamatok megvalósítása során fellépő hibák megelőzésére.

A talajművelés minőségbiztosítási szemléletű, környezetvédelemmel összehangolt követelményrendszere hét fő fázisból áll:

1. A növénytermesztés biztonságos alapozása a lehető legkevesebb talajkárosítással és költséggel.
2. Művelési rendszerek változatainak kidolgozása, adaptálva a termőhelyi és a gazdasági körülményekhez. A várható környezeti hatások előzetes felmérése.
3. A változatok közül az adott körülményekre legalkalmasabb rendszer és a hozzá tartozó folyamatok kiválasztása növényenként és táblánként. A várható minőség-kockázatok felmérése.
4. Minőségi előírások és ellenőrzési tervek meghatározása a művelési folyamatokra. A folyamatok minőségképességének és környezet hatásának felmérése.
5. A művelési folyamatok hibáinak felfedése, hibajavító eljárások alkalmazása.
6. A művelési eredményének és a minőségének költségeinek elemzése.
7. A talajművelési és minőséginformációs adatok dokumentálása, intézkedések a folyamatok tökéletesítésére.

A minőségbiztosítási szemléletű tervezéssel a talajállapot hibák időbeni megelőzése, felismerése, és a hibaköltségek csökkentése lehetséges, mivel

- elsősre az elvárt minőséget adja,
- egyféle hiba csak egyszer fordulhat elő,
- a hiba, a minőség, és a minőségképesség számszerűsíthető,
- a hibák bekövetkezésének kockázata a minimumra,
- a károk a lehető legkisebbre csökkenthetők
- ha a hiba bekövetkezik, gyorsan felfedhető, időben kijavítható.

A talajtömörödés

Figure 3.2. A tömörödés fokozatai, a tömör talajok Magyarországon (millió ha-ban)

A tömörödés foka	Megoszlás * (%)	FVM (1994)	Nyiri (1993)	Birkás (2000)	Tömörödött – veszélyeztetett (Várallyay, 1996 nyomán)
Enyhe	75	1,2	2,33	1,72	1,47-2,65
Közepes	24	0,38	0,74	0,55	0,47-0,85
Súlyos	1	0,02	0,03	0,03	0,02-0,03
Osszes	100	1,6	3,1	2,3	1,96-3,53

* Európai arányok (1991-ben)

A tömör talajok 2000-ben a szántóterület felére becsülték. Talajaink 3,48 %-a érzékeny a degradációra és a tömörödéssre, 13,9 % nem, 23 % gyengén, 28,3 % pedig mérsékelten érzékeny. Ha a talajhasználat ésszerűtlen, a művelésit nehezítő időjárási körülmények gyakoriak, és a talajállapot javítást elnyagolják, a tömörödés a talajok 35 %-án (közel 2 millió hektáron) bekövetkezhet. Kedvezőtlen körülmények között a mérsékelten érzékeny talajok is veszélyeztetettek, emiatt a károk a talajok 63 %-ára kiterjedhetnek.

A tömörödés folyamata során a talaj háromfázisú rendszeréből a levegő kiszorul, közben a térfogata csökken.

A tömörödés a talaj szerkezetességét, víz-, hő- és légjárhatóságát csökkentő, vagy megszüntető mechanikai stressz, amely bekövetkezhet

- a talajon, elsősorban a nedves talajon járaskor,
- a nedves talaj művelésekor, a gépek tömege, vagy a művelőelemek kenése, gyúrása és nyomása esetén, vagy
- a többszöri, hasonló mélységű műveléskor a művelőelemek, talajra gyakorolt ismételt nyomása következtében.

A művelési hiba eredetű tömörödés

Nedves talajban több művelőeszköz, miközben a felszíni réteget lazítja, tömör művelőtalpat képez a művelt és a nem bolygatott réteg határán. A hasonló művelés ismétlésétől, és az átlazítás elmaradásától függően egy talajszelvényben 2-3 károsan tömörödött réteg is kialakulhat.

Az eketalp-tömörödés a szokásos szántás mélységétől függően a 20-36 cm rétegben bárhol előfordulhat. Az ismétlések számából és a talaj műveléskori állapotából adódóan 2-10 cm, elhanyagolt talajban ennél vastagabb is lehet.

A tárcsatalp-tömörödés nedves talajban alakul ki, a szokásos tárcsázás mélységétől függően a 6-18 cm alatti rétegekben.

A súlyos tárcsatalp-tömörödés a szakszerűtlenség vagy a kényszercsökkentés következménye, gyakorisága a művelés kultúra hanyatlását jelzi.

Tömör záróréteg(ek) jelenléte valószínűsíthető, ha:

- a csapadékvíz a felszínen pang (a talaj felszáradás után mohás),
- a tömör rétegekben a talaj lemezessé válik,
- a növények gyökerei vízszintes irányban növekednek,
- a növények hőségnapokon a vízhiány, a hervadás jelet jóval előbb mutatják mint a kedvezőbb állapotú talajokon,
- a tarlómaradványok a tömör rétegben konzerválódnak, vagy megpenészednek, feltáródásuk elmarad,
- a művelés a talajra és nedvességtartalomra általában jellemzőnél nagyobb energiával hajtható végre,
- a művelés minősége bármely nedvességnél rosszabb, rögzösebb, hantosabb vagy szalonnásabb.

A talajtömörödés környezeti ártalom, hátrányos a talaj művelhetőségére, a művelés energiaigényére, költségeire és kockázatosá teszi a növénytermesztést.

Figure 3.3. A talaj tömörödését és lazulását befolyásoló tényezők a szántóföldön

Tényezők	Hatás
Növények <ul style="list-style-type: none"> - Növényi sorrend, - Talómaradványok 	Kedvező: biológiai lazítás, szervesanyag, takarás, talajszerkezet-védelem, változó művelési mélységigény Kedvezőtlen: kiszáritás, hasonló művelési mélységigény
Öntözés <ul style="list-style-type: none"> - Időzítés - Talajnedveségtartalom - Intenzitás - Cseppnagyság Drénezés - Vízesztesség	Kedvező-kedvezőtlen Járhatóság (hordképesség), Művelhetőség növekedése vagy csökkenése Tömöríthetőség és tömörödési hajlam Talajszerkezet kímélés/degradálás Üledés, roskadás
Gépesítés <ul style="list-style-type: none"> - Erő- és munkagépek tömege - Járószervezet/vonóerő - Munkagép művelőeleme - Menetszám, talajon járás 	Kedvező-kedvezőtlen Kímélés/taposás, tömörítés Füg: a tengelyterheléstől, a járószervezet típusától, felfekvési felületétől, a gumiabroncsok belső nyomásától, a munkasebességtől, a kerékcúszástól Füg: az aprító, nyomó, rögzítő, tömörítő, lazító, nyíró, kenő, vibrációs stressztől Füg: a taposott területtől, a menet intenzitástól
Művelési rendszer	Füg: a lazító és tömörítő hatások mérlegétől

A művelési hiba eredetű tömörödés enyhítése:

- A tárcsatalp-tömörödés kultivátorral, vagy ekével munkálható át.
- az eketalp-tömörödés, vagy a mélyebb – 35 cm alatti – rétegek tömör állapota száraz talajban, középmeéylazítással orvosolható. A 40 cm alatti rétegek fizikai állapota – attól függően, hogy a talaj természetes eredetű tömörödése művelési hiba folytán súlyosbodott-e, vagy sem – középmeéylazítással, szükség szerint mélylazítással javítható.

A taposással okozott tömörödés A talajon járás deformáló hatása függ a kiváltó tényező erősségétől, az egységnyi területre vonatkoztatott terheléstől és tartamától, a kerék csúszásától, a talaj és kerék érintkezési területének nagyságától, valamint a talaj jellemző tulajdonságaitól. Amennyiben ugyanazon nyomóerő nagyobb területen oszlik meg, csökken a tömörödés mértéke. A tömörítés nagyságát a feltalajban elsősorban a járószervezet nyomása befolyásolja.

Az altalaj természetes tulajdonságai folytán is lehet tömör. A nagy tengelyterhelésű gépekkel okozott altalaj tömörödés tartós veszélyt jelent a talaj termékenységére. A feltalajban a tömörödés tartama a rendszeres, és változó mélységű művelés következtében viszonylagos, az altalajban tartós.

Súlyos taposási károk keletkeznek sokmenetes műveléskor és kis munkaszélességű gépek alkalmazásakor (a taposott terület 1 hektáron 1,5 ha nagyságot is elérhet). A károkat súlyosbítja a gépek eltérő munkaszélessége, mivel a művelési rendszer különböző fázisainál más-más sávokat taposnak meg, illetve bizonyos táblarészeket többször is káros terhelés.

A taposási károk megelőzése és enyhítése:

- A megelőzés legfontosabb feladata a nedves talajon járás mellőzése, a gépmozgások korlátozása, a táblán belüli szabályozása, talajkímélő járószervezetek alkalmazása, a fajlagos talajnyomás csökkentése.

A talajtömörödés bekövetkezésének előzetes becslése

A becsléshez első feladat a befolyásoló tényezők felmérése. A kockázat megítéléshez a hat legfontosabb tényezőt kell figyelembe venni. Ebből kettő a természettől, négy a gazdálkodótól függ. A tényezők a tömörödés

kialakulására gyakorolt hatásuk alapján 3-3 osztályba sorolható. A tényezők ismeretében a kockázat megítélhető, amely alapján megelőző és javító intézkedéseket lehet hozni.

A tömörödést befolyásoló tényezők és csoportosításuk

1. TERMÉSZETI TÉNYEZŐK

Talajok: A talajok érzékenysége a tömörödéssre fizikai féleségek, szerkezetük és nedvességtartalmuk alapján különböző. A talajok osztályozása természetes jellemzőik, a tömörítő erőkkel szembeni ellenállásuk és a művelés hatástartama alapján:

- érzékeny,
- mérsékelten érzékeny,
- nem, vagy gyengén érzékeny.

Csapadék: A talaj a betakarítási és a művelési igényekben nedvességétől és a taposásától függően tömörödik. A beázott talaj könnyen, és mélyre hatóan tömörödik. A betakarítási és a művelési időnyben hullott csapadék hazai viszonyok között az alábbiak szerint vehető figyelembe:

- sok (a csapadék a sokévi átlagnál ≥ 50 %-kal több),
- átlagos (a csapadék a sokévi átlagnak megfelelő),
- kevés (a csapadék a sokévi átlagnál 50 %-nál kevesebb).

2. A GAZDÁLKODÓKTÓL FÜGGŐ TÉNYEZŐK

Talajhasználat: A talajhasználat a szántóföldön a növények sorrendje és termesztési módszerek összessége. Kedvező, ha a termőhelyhez és a közgazdasági körülményekhez alkalmazkodó növények termesztése során hosszabb időszak alatt sem éri újabb kár a talajt. Kedvezőtlen akkor, ha a termesztési technológia, vagy annak egyes elemei rontják, vagy súlyosbítják a talaj és a környezet állapotát.

A talajhasználat osztályozása a talajra gyakorolt összhatás alapján:

- káros (a termesztési technológia összességében káros a talajra),
- semleges (a termesztési technológia és a növények összhatása a talaj állapotára nem káros, de nem is javító),
- kímélő (a termesztési technológia tartósan talajkímélő és javító, szerkezetjavító- és talajlazító növényeket is termesztenek).

Talajművelés. A művelés növelheti és csökkentheti is a tömörödés veszélyét.

A művelési rendszerek osztályozása a talajra gyakorolt hatás alapján:

- káros (a talajszerkezet deformációja erőteljes),
- semleges (a talajszerkezet deformációja nem kifejezett),
- talajkímélő (a szerkezet deformációja és a művelőtalp-tömörödés nem következik be, a talaj állapota javul, vagy a kedvező állapot megmarad).

Gépesítés. A gépesítés a talajra gyakorolt hatása lehet:

- káros (a gépek tömege nagy, konstrukciójuk kifogásolható, az erőteljes tömörödés mellett rögösödést, vagy porosodást idéznek elő),
- semleges (a gépek tömege, konstrukciója megfelelő, az eredeti állapotot nem javítják, de nem rontják),
- talajkímélő (a géphasználat a talajállapot javítását és a kedvező állapot fenntartását szolgálja).

Öntözés. Az öntözés a talaj átnedvesítésén keresztül a járhatóságát és a művelhetőségét változtatja meg. Az öntözés nem általánosan használt termesztéstechnológiai elem, ezért a tömörödés kialakulásának kockázatában csak alkalmanként vizsgálendő tényező. Az öntözés osztályai:

- káros (a vízmennyiség, vagy az utolsó öntözés ideje miatt a tömörödés kialakulásának és súlyosbodásának a veszélye nagy),
- megfelelő (az öntözővíz mennyiségének és az utolsó öntözés idejének figyelembe vételével a tömörödés kialakulásának esélye átlagos),
- kímélő (a tömörödés kialakulásának, súlyosbodásának esélye csekély).

Összegzés

A tömörödés kockázatának megítéléséhez a legfontosabb befolyásoló tényezőket együttesen kell figyelembe venni.

A természeti tényezők közül az érzékeny talaj és a sok csapadék külön-külön, és együtt is növelik a tömörödés bekövetkezésének kockázatát.

A talajjal, a csapadékkal összefüggő kockázatot a talaj- és géphasználat lehetetlenségei, a művelési és öntözési hibák tovább növelik.

A gazdálkodási tényezők javítása eredményesen csökkentheti a talaj és a csapadék hatásaival kapcsolatos kockázatot.

A kockázati szám (arány) alapján felbecsülhető, adott körülmények között a tömörödés kialakulhat-e, vagy sem. Információt adhat ahhoz is, hogy a már kialakult tömör réteg kiterjed-e, vagy változatlan marad.

Adott érzékenységu talajokon a tömörödés bekövetkezése, súlyosbodása, vagy elmaradása változó csapadékviszonyok esetén is előre jelezhető.

1. A talaj rögösödése és elporosodása

A rögösödés okai a következők:

Száraz talaj + Tömörödött talajállapot + Alkalmatlan eszköz = Rögösödés

A rögösödéshez vezető körülmények:

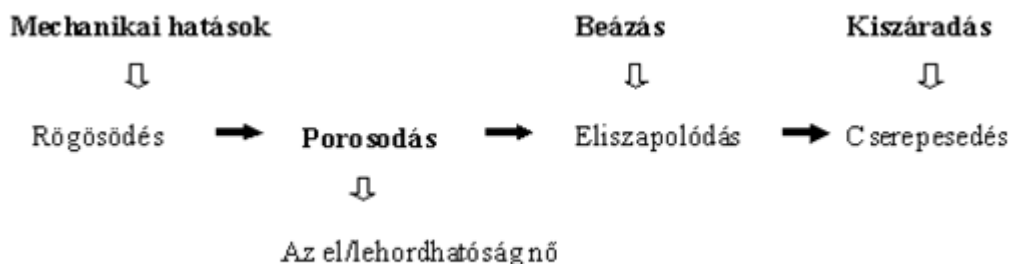
- Aratáskor megszűnik a talaj árnyékolása, felmelegedését, vízvesztését a tarlószálak késleltetik, de nem akadályozzák meg.
- A bolygatatlan és fedetlen talaj jó hővezető, mélyen felmelegszik, így mélyen kiszárad.
- A hántott réteg nyitva hagyva azonos fizikai állapotú, ezért közel egyfórmán melegszik fel. A kiszáradást a nyitva hagyott felszín tovább fokozza.
- A talaj a nedvesség elpárolgásával fokozatosan veszíti el morzsásságát és rugalmasságát.

A morzsásság a hántott talajban növekedett, a hántatlan tarlón csökkent. Kisebb növekmény a kímélő eszközök használatakor, mivel itt a művelés nem rontotta a morzsásságot, hanem megőrizte.

A rögösödés szempontjából minden eszköz alkalmatlan, amely a kiszáradt és tömör talaj művelésekor elmunkálás-menetet növelő munkát ad. Számításba kell venni a talaj kötöttségét is. A nagyobb ellenállás tovább rontja a tömör és a száraz talaj művelhetőségét.

A talaj elporosodása degradációs folyamatok, és a hosszú időn keresztül folytatott mechanikai ráhatások következménye. 'Rögfényesítés' = a tárcsa lapja, miközben elcsúszik a rög felszínén, abból szeleteket lemetszve fényes felületet hagy. A por az esők hatására mélyebbre mosódva eltömi a talajpórusokat, ezáltal csökkenti egy mélyebb művelés hatékonyságát. A rögösödés és a mechanikai aprózás ismétlődése hosszú idő alatt a talaj szerkezetének károsodásához, hordképességének csökkenéséhez vezet.

Figure 3.4. Az elporosodás folyamata és következményei:



A cserepesedés a vízálló morzsák hiányát, a szerkezet leromlását jelzi. Akadályozza a talaj levegőzését, biológiai folyamatait. Az elporosodott talajt a víz lesodorja (erózió), a szél elhordja (defláció).

A rögösödés és a porosodás megelőzésének szakmai fogásai:

- A talajokat tartsuk kultúrállapotban, előzzük meg a tömörödést, vagy, ha kialakult, szüntessük meg lazítással.
- Nyáron ne hagyjuk lezáratlanul a megmunkált talajt!
- A betakarítással egy menetben zúzott, és szétterült tarlómaradványok rövid ideig mérséklék a talaj kiszáradását.
- A tarlót sekélyen hántsuk, a tarlómaradványok borítását használjuk ki a talaj vízvesztésének csökkentésére.
- Szárazságban a fokozatos mélyítés (sekély hántás – kissé mélyebb ápolás – szükséges mélységű alpművelés) tanácsosabb.
- Istállótrágya, zöldtrágya, vagy tarlómaradványok rendszeres talajba juttatásával többnyire javul a szervesanyag mérleg, a biológiai tevékenység, így a művelhetőség, vagyis csökken a rögösödés esélye. A magot nem hozó gyomok, az árvakelés fél zöldtrágya értékkel vehetők figyelembe.

2. A talajnedvesség elvesztegetése

Száraz, vagy átlagos csapadékú években a művelés feladata, a vízbefogadó képesség javítása és a talajban lévő nedvesség veszteségének csökkentése. A talaj nedvességforgalmát befolyásolja az agyagtartalom, a fizikai állapot, a művelési és a termesztési technológia.

A talaj és a talajállapot fokozza a nedvesség veszteséget, ha:

- akadályozza a csapadék talajba szívargását (vagyis károsan tömődött),
- fedetlen,
- megmunkált, túl laza és vízvesztő felülete nagy (pl. szántás nyáron).

A művelés fokozza a nedvesség veszteséget, ha:

- hőségnapok előtt és alatt végzik (hántás, szántás, lazítás stb. a felszín elmunkálása nélkül),
- sokmenetes,
- túlzottan mély, és nagy párologtató felület marad utána (pl. tavaszi vagy nyári szántáskor).

Figure 3.5. A talaj nedvességvesztése a művelési rendszerben

A talajállapot minősítése. Művelési
hibák okai, következményeik

Tarlóművelés	Alapozó művelés	Alapművelés elmunkálás	Magágy-készítés	Vetés és magágyzás	
- elmarad, - késve végzik el, - túl mély, - felszíné nyitva marad	- túl mély, - nagy felületű, - a bolygatott felszín nyitva marad, - a talajhoz alkalmatlan	- a talajhoz alkalmatlan, - sok vízvesztő visszatömörítő	- nem szünteti meg a nedvesség-különbségeket, - rögsít vagy porosít	- vetésre alkalmatlan állapot, a korábbi hibák nem enyhülnek	- a lezárás hiányos, vagy túlzott (kelési hibák)

A termesztési technológia fokozza a nedvesség veszteséget, ha:

- hosszú tenyészidejű növényeket termesztenek több évig ugyanott,
- a talaj elgyomosodott, és a gyomok korlátozására (pl. a lekaszására, hogy ily módon is takarják a talajt) nem fordítanak gondot.

A talaj nedvességvesztése csökkenhet, ha:

- a vízbefogadást akadályozó tömörödés enyhül,
- a felszínt takarják (tarlómaradványok, mulcs), és a nedvesség-visszatartó formát kap,
- száraz idényben kímélően művelnek (lazítással és porhanyítással kombinált tömörítés),
- a vetésváltásban eltérő tenyészidejű növényeket termesztenek,
- az állománysűrűséget ésszerűen alakítják,
- az elgyomosodást megfékezik a szántóföldön és a ruderalis területeken.

Szervesanyag veszteség előidézése

A talaj használata, ideértve a műveléssel járó bolygatást is, az alábbiak szerint hat a szervesanyag-tartalomra.

- növelés (nagy szervesanyag utánpótlás, minimális talajbolygatás),
- egyensúly (az utánpótlás és a veszteség hosszú időn át azonos, a talajt kímélően bolygatják),
- veszteség (sokmenetes, erősen levegőztető művelés hosszú időn keresztül; a talajba juttatott szervesanyag nem fedezi a veszteséget).

A nagy felületű, le nem zárt nyári szántás vagy tarlólántás is hozzájárul a talaj szénvesztéséhez.

A tarlómaradványok lebontó és építő mikrobiális és biokémiai folyamatok során alakulnak át. A nagy molekulájú vegyületeket a mikroorganizmusok kisebb egységekre szabdalják, szén-dioxiddá és vízzé alakítják a következők szerint:

- Biokémiai fázis:
- Mechanikai aprítás
- Lebontás

A körülmények hatása a szerves anyagok bontására:

- mikrobák 25-40 °C között hatékonyak (hőségben, lehüléskor nem),
- a lebontáshoz nedvesség (nyirkosság) szükséges,

- kedvező a 6-8 pH,
- levegőzött körülmények a lebontásnak, a levegőtlen körülmények a felhalmozódásnak kedveznek,
- kedvező esetben a szalma könnyen feltáródó részei 4-6 hét alatt, a nehezen feltáródó részek 8-10 hét alatt bomlanak le.
- a talajba kerülő szerves szén 2/3-a CO₂-dá oxidálódva a levegőbe kerül, 1/3-a a talajban marad humuszanyagok formájában, illetve a mikroorganizmusok szervezetébe épülve.

A szerkezet- és szervesanyag kímélő művelés a humuszszétesítő folyamatok ésszerű szabályozásán, és a szénvesztés mérsékelve járul hozzá a talajminőség és a művelhetőség javulásához.

Vakbarázdák és osztóbarázdák

A vakbarázda ekevassal le nem metszett talajsáv, csatlakozáskor keletkezik, ha az újabb fogást szélesebbre veszik az eke munkaszélességénél.

Vadbarázdákra utal, ha a gyomok sávokban, sűrűn fejlődnek, vagy a talaj állapotára igényes növény fejlődésében elmarad az egyidőben vetett többtől.

Osztóbarázdák és összevettetések ágyekés szántáskor keletkeznek a fogások szélein, vagy közepén. Az osztóbarázdák sávjain pedig a tábla hosszával megegyező „teknők” mélyülnek.

A talajállapot praktikus minősítési módszerei

Az elhanyagolt talaj:

- műveléskor kedvező nedvességnél is rögösödik, vagy porosodik, ha eső éri eliszapolódik, száradáskor kérégesedik,
- tömörödött és levegőtlen, nem vagy alig képes a csapadékvíz befogadására és tárolására,
- hőforgalma nem szabályozható, a benne sínylődő növényeket nyáron a hőstressz is károsítja,
- tápanyagban elszegényedett, a tápanyagok felvehetősége gyenge,
- szervesanyag mérlege a szakszerűtlen bolygatások miatt rossz,
- a tarlómaradványok feltáródása vagy szünetel, vagy túl gyors,
- elgyomosodott, a bolygatott réteg gyommagvakkal fertőzött,
- hasznos mikrobák és földigiliszták nem élnek benne,
- felerősíti a klíma szélsőségeket,
- növeli a természtés veszteségeit.

A gondozott talaj:

- morzsás szerkezetű, jól művelt, és hordképes,
- alkalmas a felszínére jutó víz befogadására, vezetésére és tárolására,
- átlevégőzése, felmelegedése a természtési cél szerint szabályozható,
- termékeny, tápanyagokban ellátott, a felvehetőségnek nincs akadálya,
- a bekevert anyagok, tarlómaradványok feltáródása harmonikus,
- gyommentes,
- kedvező élettere a hasznos mikrobáknak és földigilisztáknak,

- enyhíti klíma szélsőségeket
- biztonságosan alapozza a növénytermesztést.

Mikor célszerűbb a talajállapot vizsgálat?

- A talaj kondícióját érdemes évente legalább egy alkalommal megvizsgálni, a segély hántás után 2-3. héten, magágy-készítést követően.

Talajréteg szondázás

A vizsgálat a talaj lazult vagy tömör rétegeiről tájékoztatót, pontos mechanikai ellenállásmérésre nem alkalmas. Teendők: Átlósan végig menve a táblán, hegyes végű, 5 cm-enként berovátkolt vasbotot 10-20 lépésenként a talajba szúrják.

Eredmény:

- Jó állapot, ha bárhol a táblán legalább 40 cm-ig könnyen talajba nyomható az ásóbot.
- Közepes az állapot, ha a szúrások eléri a 26-30 cm-t
- Kedvezőtlen az állapot, ha a tábla bármely részén legfeljebb 10-20 cm-ig, vagy ennél sekélyebben hatolt a talajba a szonda.

A Görbing-féle ásópróba

- A felszíntől kb. 25-28 cm mélységig mutatja a talaj szerkezetességét, nyirkosságát, a tömör réteg (táracsatalp) helyét.

Szükséges eszközök (Manninger nyomán):

- Elején lapos, egyforma ásó 2 db,
- Vaspálca (talajba nyomva megállapítható, hol van az első tömörebb réteg),
- Kaparószerszám vagy kés, kislapát,
- Méteres mérce, grafitceruza,
- Jegyzetfüzet,
- Mintazacskók (egyéb vizsgálatához).

Ásópróba menete:

1. Az egyik ásót függőlegesen a talajba nyomjuk és úgy tartjuk. A másik ásóval kiemeljük az első ásó előtti földet ásónyomig, alul az első ásó hegye felé eső lejtéssel. A gödör kissé szélesebb legyen, mint az ásó szélessége.
2. Az első ásó mögött a széleknél 5-5 cm-nyi hasítékokat készítünk.
3. A másik ásót az első mögött 15 cm-rel függőlegesen a talajba nyomjuk, és az első ásót kivesszük. A másik ásóval kiemeljük a talajt, vigyázva, hogy a talajtégla ne essen szét.
4. Megmérjük a talajtégla hosszát (ez lesz a mintavétel mélysége), mellé tesszük a mércét, és a kaparószerszámmal végigtapogatjuk, hol tömörebb, vagy lazább a szelvény. Feljegyzést készítünk.

Szelvény vizsgálat

1. A kedvezőtlen talajállapotra utaló táblarészek (vizpangás, gyenge növény) kijelöljük a mintagödörök helyeit. Összehasonlítás céljából a kedvező állapotú táblarészek is mintagödört készítünk.
2. A gödör 50-60 cm mély, és olyan széles legyen, hogy elférjenek benne.

3. A gödör falát simára nyessük, majd helyes zsebkéssel, 'érzéssel, finoman' felülről lefelé végighasítjuk.

Szelvényvizsgálattal megállapítható, hogy hol vannak a talajban felülről lefelé lazább, vagy 'sűrű, összezapolt, kemény rétegek'.

A talaj művelhetőségének elbírálása (Birkás M. szerint).

Teendő, ha a felszín száradt, a művelendő talajréteg nedves: Teendő, ha a talaj 30-40 cm-ig száraz:

A talajlazítás hatékonyságának ellenőrzése

Lazításkor

- legyen a talaj száraz, de nem kiszáradt,
- hántott tarlón végezzék, amikor a talajban megindult a beéredés.

A talajlazítás mélysége és az átrepesztés hatékonysága egyszerűen meghatározható, pl. a lazítás irányára merőlegesen, megfelelő szélességben ásott szelvénygödörökben:

Ha a talaj a tervezett mélységig a teljes szelvényben átporhanyult, a lazítás hatékonysága jó,

Ha a mélység és a porhanyultság a tervezettnek 65-75 %-a, a lazítás hatékonysága közepes,

Ha a tényleges mélység és porhanyultság < 50 %, a hatékonyság gyenge.

A lazítás hatékonysága ellenőrizhető ásópróbával is:

- a lazítókécek nyomában mindkét oldalon 20-20 cm-rel szélesen, két ásonyomnyi (38-45 cm) mélységig.

A lazítás hatékonyság ellenőrizhető műszeresen is:

- a lazítás hatékonysága jó, ha az adatok a tervezett mélységig < 2-2,5 MPa talajellenállás értékeket mutatnak,
- a lazítás hatékonysága közepes, ha a kíván < 2-2,5 MPa talajellenállás értékek a tervezett mélység 75 %-ig mutathatók ki, és az alatta lévő rétegben mért értékek elérik és meghaladják a 3 MPa értéket.
- a lazítás hatékonysága gyenge, ha az optimális < 2-2,5 MPa talajellenállás értékek csak a tervezett mélység 50 %-ig mutathatók ki.

Belvízjárta talajon évente szükség lehet a víz lehúzóását elősegítő lazításra. Nagy késosztással járatják a lazítót, átrepesztő hatás nem is következhet be. Ilyenkor csak a mélységet ellenőrizzük hegyes, 5 cm-enként beosztott mérőbottal.

- a hatékonyság jó, ha a tervezett mélység 90-100 %-ban teljesül,
- a hatékonyság közepes, ha a tervezett mélység 75 %-ban teljesül,
- a hatékonyság gyenge, ha a tervezett mélység < 50 %-ban teljesül.

A szerkezet vizsgálata száraz szítással

Eredmény:

- legjobb szerkezetű talajban az összes morzsa aránya eléri a 80 %-ot,
- jó a szerkezet, ha a 0,25-10 mm frakciók (morzsa) aránya 70-80 %,
- rossz a szerkezet, ha a 0,25 mm részecskék (por) aránya meghaladja az 50 %-ot

A biológiai állapot jellemzése a gilisztatevékenységgel:

Ha az ásás könnyű, és a talajban 3-4 földgilisztát, több járatot is találunk, a talaj szerkezete, nyirkossága kedvező, biológiai állapota jó, valószínűleg táplálék (tarlómaradvány) is rendelkezésünkre áll.

Ha az ásás nehézkes, mivel a talaj ülepedett, tömörödött, nem találunk benne gilisztát vagy járatokat. Ekkor nagy a valószínűsége annak, hogy a talaj kedvezőtlen biológiai állapotban van.

Chapter 4. A Talajművelés rendszere

A talajművelési rendszer egy meghatározott területen egy vagy több növény sikeres és gazdaságos termesztéséhez szükséges talajművelési eljárások összessége.

A talajművelés a műveleti elemek egyidejű vagy egymást követő sorozata. A műveleti elemek külön-külön, vagy valamely alapvető eljárásként együttesen fejtik ki hatásukat. Az egymást követő és kölcsönösen kiegészítő művelési beavatkozások teszik lehetővé, hogy a talaj fizikai, kémiai és biológiai folyamatai a növény számára kedvezően alakuljanak.

A talajművelés rendszerezhető

- a növények vetésideje
- a talajtípusok és
- a különleges feladatok, valamint
- a szerzők által kidolgozott módszerek szerint

A talajművelési rendszerek kialakításánál figyelembe kell venni

- a termőhelyi viszonyokat
- a termesztendő növény igényeit
- a növényi sorrendet
- a trágyázási és gyomirtási rendszereket
- a talajvédelmi feladatokat
- a rendelkezésre álló erő- és munkagépeket

A hagyományos rendszer a tarlóműveléstől a vetésig öt szakaszra – tarlóművelés, alpművelés, elmunkálás, magágykészítés, vetés utáni felszínalakítás tagozódik.

A tarlóművelés

A tarlóművelés a learatott terület gondozása, azért, hogy a talaj nedvességforgalma a tenyészidőn kívüli időszakban is megmaradjon, és a művelhetőséggel együtt javuljon. A gondozás több eljárást egyesít. A növényi maradványokat zúzzák, szétterítik, vagy takarmányozási, ipari célra összegyűjtik, a talaj felső rétegét kíméletesen porhanyítják, egyengetik. A tarlóművelés a korán lekerülő elővetemények után két folyamatból tevődik össze, a tarló hántásából és a hántott tarló ápolásából.

A tarlőhántás sekély (6-10 cm) tarlóművelési mód, s csak a bolygatott felszín lezárásával teljes. A tarlót a tarlómaradványok zúzása után, vagy azzal egy menetben lehet hántani. A művelés iránya térjen el a sorok irányától (rézsútosan), mivel az eszközök keverő munkája így jobb.

A betakarítás és az utónövény vetése között a talaj vízvesztését az új, árnyékoló, szigetelő (hántott) réteg mérsékli. A korán learatott növények kisebb vízigényéből adódó előnyt jó tarlóműveléssel tovább lehet és kell növelni. Ez az előny a tarlók gondatlan használata esetén 2-3 hét, hőségben pár nap alatt elveszhet.

A hántott és elmunkálatlan vagy a hántatlan és takaratlan felszín növeli a talaj vízvesztését. Hőségnapokon a talaj a nedvesség elpárolgásával párhuzamosan veszíti el rugalmasságát. Az így kőkeményre kiszáritott talajon az őszi alpművelést csak minőségromlással és energiavesztéssel végezhetik el.

Az őszi betakarítású növények tarlóinak gondozása céljában és hatásában eltér a nyáritól, a száraz aprítására, zúzására és talajba juttatására szorítkozik.

A tarlőhántás fontos tudnivalói:

- A nedvesség védelmét (minél kisebb veszteség) és a hőstressz enyhítését a zúzott tarlómaradványok, takarás aránya (legalább 30%, jobb a 35-45%) és a minél kisebb felület (hengerrel lezárva) nyújtja.
- A talajszerkezet és a biológiai élet védelme a hántás minőségétől, takarás arányától függ. A jól takart felszín felfogja az esőcseppek ütőhatását, az alig takart csupasz azonban nem.
- A hántott réteg lazultsága a felszínre érkező csapadék befogadása miatt fontos. Ha nincs tömör talpréteg a hántott felszín alatt, a víz egyenletesen áztatja be a talajt, s nem alakulnak ki az eliszapolódást fokozó összefolyások. Amikor nedves talajt hántanak, az alsó réteg összegyúrásával megakadályozzák a normális vízbeszívargást.
- A hántott felszín rögzőségnek szerepe a kárenyhítésben. A közel azonos, legfeljebb ökolnyi nagyságú, a lezáró hengerrel egymás mellé rendezett és porhanyított rögök egyformán viselkednek a beázás, átázás és a száradás folyamán.
- A tarlőhántás növényvédelmi feladatainak egyike, hogy jó magágya legyen az árva- és gyomkelésnek. Csekély nedvességvesztés esetén gyorsabba kelnek ki a csíráképes magvak. A kikelt gyomok meghozzás előtti elpusztítása ápolási feladat.

A tarlőhántás haszna száraz és átlagos időnyben:

1. A talaj nedvességvesztésének csökkentése
2. A talaj nedvesség-, hő- és levegőfogalmának szabályozása
3. A talaj biológiai tevékenységének élénkítése révén a morzsáság, a művelhetőség javulása
4. A takarás révén a talajszerkezet védelme
5. A talajba kevert tarlómaradványok feltáródáshoz szükséges körülmények kialakulása
6. Az árva- és gyomkelés elősegítése, a kártevők és kórokozók életfeltételeinek korlátozása
7. Növényvédelmi hatás, amely kiterjed a tarlón kikelt gyomok és árvakelés pusztítására, talajba juttatására, az újabb árvakelés előmozdítására. A változóan nedves maradványok jó kórokozó élőhelyek, megoldást csak a jó feltáródás nyújt.

A tarlőhántás haszna csapadékos időnyben:

1. A talaj vízforgalmának alakítása (a befogadás elősegítése, a nedvességvesztés szabályozása)
2. A talajszerkezet védelme az eliszapolódástól (a maradványok takaró hatása révén)
3. A hő- és levegőforgalom szabályozása (az előbbi a hőségnapokon, az utóbbi a csapadékos időszak alatt és után fontos)
4. A talaj biológiai életének kímélése a gyorsan váltakozó hő- és hideg stressztől
5. A tarlómaradványok feltáródása (akkor megy végbe, ha hántáskor nem gyúrnák a talajba a szalmát, hanem – jól időzítve a hántást a szárazabb periódusra – bekeverik)
6. Az aratáskor okozott taposási károk fokozatos enyhítése. Az első beavatkozás jó minősége, a második eljárás jobb hatását előlegezi meg.
7. Növényvédelmi hatás, amely kiterjed a tarlón kikelt gyomok és árvakelés pusztítására, talajba juttatására, az újabb árvakelés előmozdítására. A változóan nedves maradványok jó kórokozó élőhelyek, megoldást csak a jó feltáródás nyújt.

Ábra. A tarlőhántás nedvesség-, levegő- és hőforgalom szabályozó szerepe

Tarlóápolás

A tarlóművelés második fázisa a hántott tarló ápolása, amely a gyomok és az árvakelés tömeges megjelenése, az állati kártevők gyérítése miatt szükséges. Az ápolás módszere mechanikai – ekkor a hántásnál kissé mélyebben végzendő – és vegyszeres lehet. Mindkettő mellett, vagy ellenében felsorakoztathatók a talaj kémelésével kapcsolatos érvek.

Száraz időben a vegyszerrel előlt növényi maradványok a talajfelszín védelmében hasznosulnak, s a kártevőknek sem marad friss, zöld táplálék, a fejlődő árvakelés nem használ fel sok vizet.

Csapadékos időben, vegyszeres ápolás esetén, különösen, ha a permetező nagy munkaszélességű, kevesebb taposási kár keletkezik.

A mechanikai tarlóápolás akkor célszerűbb, ha a műveléssel – a gyomirtás mellett – a talaj egyenetlenségén is javítanak.

A hántott tarlón kikelt gyomok az alpművelésig nem érleljenek magot. Az ápoló művelés a gyomirtás, a kártevőgyérítés mellett a talaj fizikai és biológiai állapotának javításában is hatékony.

Alapozó művelés és elmunkálás

Az alpművelés elsődleges talajmunka, a művelés rendszerében a legmélyebb. Akkor kedvező, ha a rendszeresen művelt rétegben a természetesi igényeket minél hosszabb ideig kielégítő talajállapot alakul ki.

Alpműveléskor figyelembe kell venni

- a termőhely jellemzőit, a talaj állapotát, az elővetemény tarlómaradványait,
- a vetésre kerülő növény igényét,
- a talajvédelmi feladatokat, és
- a rendelkezésre álló erő- és munkagép választékát.

Az alpművelés csoportosítható mélysége (sekély-, közép-, mély-), és aszerint, hogy történik-e forgatás. Ily módon végezhető:

- forgatással (ekével), és
- forgatás nélkül, amely lehet
 - sekély lazítás, tárcsával, kultivátorral, talajmaróval,
 - mélyebb lazítás, közép- és mélylazítókkal,

Az elmunkálás az alpműveléskor létrejött állapot alakítása a vetendő növény igényének és a talaj védelmének megfelelően.

Az alpműveléssel kialakult túl laza vagy rögös állapotot oly mértékben kell módosítani, hogy az elősegítse a nedvességkülönbségek kiegyenlődését, a bekevert szerves anyagok feltáródását és a beéledéshez szükséges biológiai folyamatokat. Az elmunkálás feladata és eszköze függ

- az alpművelés minőségétől és a nedvesség-forgalom szabályozásának szükségességétől,
- a növények lazultság igényétől, vetésidőjétől, és
- a talajvédelmi elvárásoktól.

Az elmunkálással kapcsolatos követelmények:

- Az alpműveléssel elért minőség nem romolhat. Kerülni kell a talaj taposását, kenését, porosítását, a tarlómaradványok fel-színre hozását.
- A porhanyítás feleljen meg a talajvédelem követelményeinek.

- A kelő gyomokat gyérítse.
- Száraz időben csökkentse a talajnedvesség veszteségét.
- A magágykészítést segítő talajállapot alakuljon ki.

A magágykészítés és a vetés

A magágy- (vetőágy-) készítés az alpműveléssel és az elmunkálással létrejött talajállapotnak a vetés körülményeihez való igazítása.

A jó magágy morzsás szerkezetű, nem poros, üledett, de nem tömődött, nyirkos és gyommentes. A vetés előtti talajmunkákat a növények magágyigénye, a vetőmag elhelyezési mélysége határozza meg. Ennek megfelelően a magágykészítés szabályai:

- A magágy minősége segítse elő a magvak, vagy a szaporító anyagok gyors csírázását és kelését, a gyomirtó szerek, a starter trágyák hatékonyságát.
- A lehető legkevesebb talajmozgatással, porosítással és taposással járjon. A magágykészítés a talaj-előkészítés utolsó fázisa a vetés előtt, módosításra, javításra több lehetőség nem adódik. A megismételt magágykészítés a felszíni állapotot javíthatja, de a rendszeresen művelt rétegben káros tömörödést okozhat.

A magágykészítés eszközei olyan gépkombinációk, amelyek egy menetben végzik a lazítást, a porhanyítást, az egyengetést és a tömörítést.

A vetésidő szerint csoportosított művelési rendszerek

A szokásos művelési rendszerben a talaj-előkészítés szakaszai – tarlóművelés, alpművelés, elmunkálás, magágykészítés, vetés és felületlezárás – elkülönülnek. A művelések megválasztása a rendelkezésre álló időtől és a vetés időpontjától függ. Vetésidő szerint nyári végi, őszi, tavaszi és másodvetésű növények művelési rendszerei különböztethetők meg. A teendőkhöz fűzött ajánlásokat irányelveként érdemes kezelni.

Nyári végi és őszi vetésű növények művelési rendszerei és ápoló eljárásai

Országunkban az őszi vetési időszak augusztus 20.-tól október végéig tart. Augusztusban vetik a repcét (az ország DK-i megyéiben szeptemberben is) a bíborherét, telepíthetik az évelő pillangós növényeket, szeptemberben vetik az őszi takarmánykeverékeket, az őszi árpát és a rozsot, október 20.-ig az őszi búzát.

Az elővetemény módosító tényezőnek számít. A betakarítás ideje a művelésre rendelkezésre álló időt, tarlómaradványai a művelés módját szabják meg. A nyári végi és az őszi vetésű növények művelési rendszere – Sipos Gábor szerint – a következők szerint tagolható:

- korán lekerülő elővetemények után,
- későn lekerülő elővetemények után,
- évelő takarmánynövények után.

Nyári végi és őszi vetésű növények talaj-előkészítése korán lekerülő elővetemények után. A június végén és júliusban lekerülő elővetemények az őszi káposztarepce, a len, a mák, az őszi és a tavaszi takarmánykeverékek, a borsó, a bab, az őszi és a tavaszi kalászosok. Augusztus elején takarítható be a mustár, az olajretek, a kanáriköles (fénymag), kender stb.

A hüvelyesek, a repce, a keveréktakarmányok árnyékoló hatásukkal és gyökérzetükkel érettebb, kevésbé kiszáradt állapotú talajt hagynak vissza. A kalászosok tarlójának talaja a betakarítás idejétől függően jobb vagy leromlottabb.

Tarlóművelés. A jó vetéshez első lépés a talaj művelhetőségének javítása és a jó gyomkelés előmozdítása. Sekély és mulcs-hagyó, a talaj nedvesség-vesztését csökkentő hántásra törekedjünk. A talajt a tarló hántása és ápolása során fokozatosan porhanyítsuk. Ezáltal fenntartható a beérlelés folyamata és korlátozható a gyomok élettevékenysége. A talaj kíméletes porhanyítása érdekében a kultivatort, vagy a síktárcsás porhanyítót kell előnyben részesíteni.

Alpművelés és magágykészítés. Korán lekerülő elővetemények után a hántó és ápoló munkát az alpművelés akkor kövesse, ha a talaj állapota arra alkalmas, vagy a felszín újlag kizöldült a gyomoktól.

Alpművelés szántással. A nyári szántáskor a jó elmunkálhatóság érdekében a beéredés mélységéig forgatandó a talaj. Nyirkos vagy mérsékelten száraz talaj a szántással egy menetben elmunkálható, ekére szerelt vagy kapcsolt eszközzel. Száraz talajon a rögtörés az üregesség megszüntetésével egészítendő ki. Az ekére Campbell hengert lehet kapcsolni, vagy külön menetben kombinált hengert érdemes járítani. Mélyen beázott talaj csak a felső 20 cm-es réteg szikkadását követően szántható és munkálható el. A magágyat a szántott, lezárt és megüledett talajon közvetlenül a vetés előtt kell elkészíteni, porhanyító és tömörítő eszközök kombinációjával. A magágykészítés és a vetés egy menetben történő végzése a takarékos és a talajszerkezet kímélés előnyét kínálja. A nyári szántás melletti döntéssel nem kockáztatható a magágy, de a kelés minősége sem.

- A mélyebb rétegében tömörödött talaj alpművelésére nem nélkülözhető a közép-mélylazítás. A rögzösödés többnyire elkerülhető, ha a lazítást hántott tarlón végzik, és a felszínt nyomban elmunkálják. Ez utóbbinak a hántott tarló ápolási eljárása is megfelel.

ábra. Őszi vetésű növények művelési rendszere

- Alpművelés forgatás nélkül. Eljárásai a tárcsás, a kultivátoros, a talajmarós művelés, a közép-mélylazítás.

A nyár végi és az őszi vetésű növények – a lucerna kivételével – nem igénylik a mélyebb alpművelést. A lazítást a talaj védelme vagy a káros tömődöttség megszüntetése indokolhatja.

Magágykészítéskor a növények igényét kielégítő talajállapot kombinált eszközökkel hozható létre.

Az őszi kalászosok talaj-előkészítése későn lekerülő elővetemények után. Az augusztus közepén túl betakarított növények után ősszel csak kalászos gabonák vethetők. A lehetséges elővetemények: magkender, burgonya, szója, napraforgó, cukorrépa és kukorica. Ezek széles sorközü, ún. kapásnövények. A talajt sorközművelés esetén jól művelhetően hagyják vissza. A gépi betakarítás taposási kára – csapadékos időszakban – leronthatja a talajok állapotát. Műveléskor figyelembe kell venni a tarlómaradványok tömegét, apríthatóságát, és a terület gyomosságát.

- Alpművelés szántással. Későn lekerülő elővetemények után őszi gabonák alá a szántás csak kivételesen ajánlatos, és ekkor lehetőleg egy menetben elmunkálásra kell törekedni. Sok és rossz minőségben zúzott tarlómaradvány, erős kártevő- és gyomfertőzöttség, nedves talaj, tömörödésre hajlamos vagy lejtős termőhely esetén válhat szükségessé a forgatás. A tarlómaradványok talajba munkálása jól beállított – az aláforgatást javító kormánylemeztoldatokkal felszerelt – ekével, és megfelelő sebességnél sikerülhet. Az erős gyomfertőzöttség a szántás mellett szől, és pillanatnyi előnyt ad (az aláforgatott gyommagvak többsége éveikig csíráképes marad). A szántás elmaradása viszont a kémiai védekezésének költségét növelné.

A nedves állapotban szántott talaj elmunkálására a hibalehetőségek miatt külön gondot kell fordítani. Amikor a talaj megszikkadt, a rögtörők siktárcsás porhanyítókkal, forgó-, vagy ásóboronával munkálható el. Campbell-féle henger az üledés elősegítése érdekében használandó.

A száraz talajok felszántása közvetlenül a vetés előtt eléggé kockázatos. A hagyományos elmunkálók (tárcsa, gyűrűshenger) kevésbé hatékonyak, és porosítanak. Jobb porhanyítás várható a Campbell-féle vagy a nehéz rögtörő hengerek, és a siktárcsás porhanyítók nyomán.

- A tárcsás alpművelés. Száraz és szármadányos talajon kétszer és más-más irányban kell tárcsázni a tarlót. Az első menetben sekélyen, a másodikban a tervezett mélységnek megfelelően, és rögtörő hengerrel kapcsolva. Magágy forgóelemes kombinátorral, ásóboronával készíthető, vagy a vetéssel egy menetben (a vetőgép művelőelemeivel).
- Az elmunkáló elemekkel kombinált nehéz kultivátorok a talaj-kímélés igényével választhatók az őszi gabonák alpművelésére.
- Alpművelés talajmaróval. Őszi gabonák alpművelésére kis táblákon a talajmaró is megfelel. A kenődő talajok kivételével egy munkamenettel vetésre kész állapotot alakít ki.
- Alpművelés közép-mélylazítókkal. Alkalmazásuk tömör talajállapot esetén különösen indokolt. Egyidejűleg gondoskodni kell a felső talaj-réteg megfelelő porhanyításáról.

Alpművelés évelő elővetemények után. Az őszi búzának évelő pillangós előveteményei a lucerna, a vöröshere, a baltacím, a som-kóro és a füves here. Ezek élő tarlót hagynak maguk után, ellentétben az egyévi növények holt szerves maradványaival. Akkor jó elővetemények, ha állományuk nem volt gyomos és kiöregedett, és a tarlójukat a gabonának vetése előtt legalább 8 héttel (az évi 2. kaszálás után) feltörik. Ellenkező esetben az évelők után tavasziak következhetnek.

ábra. Évelő pillangósok feltörése és telepítése

Az évelők tarlójának feltörésére szántásos és szántás nélküli mód alkalmazható. A terület elmunkálását is magába foglaló tárcsás porhanyítás alpművelés előtt erősen gyomos, vagy száraz talajon indokolt. Két-három hét elteltével a szántás még száraz idényben is jobb minőségben végezhető el.

Az évelők tarlója nyirkos talajon közvetlenül is szántható. Az aláforgatás érdekében az élő tarlót előhántos, de legalább kormánylemeztoldattal ellátott ekével célszerű feltörni.

Évelő növények nyár végi telepítése. Az évelő takarmánynövények – lucerna, vöröshere, baltacím, az áttelelő fehér somkóro, a fűfélék stb. – közül nyár végén is telepíthető a lucerna hűvösebb, csapadékosabb termőhelyen és a kétéves, áttelelő vöröshere. Az évelők vetési mélysége 1-2 cm. Aprómagvúak és a magvak gyakran keményhéjúak. A jó magágy az egyenletes és gyors kelés előfeltétele. A növényeknek a tél beállta előtt kellően meg kell gyökeresedniük és erősödniük. A lucerna igényesebb az alpművelés mélységére, ezért középmeley, vagy mélyszántás ajánlatos, vagy ha az altalaj tömődött, a középmeleylazítás.

A lazítás a két tarlóművelés közé tervezhető, ekkor a lazító nyomán kialakuló rögzesség az ápoló műveléssel egy munkafolyamatban porhanyítható. A vöröshere alá elegendő a sekélyebb, a talajt jól átkeverő tárcsás, vagy kultivátoros művelés. A magágy készítése megegyező a lucernáéval. Mindkét növény számára előnyös, ha a telepítés előtt legalább két hétig önmagától is ülepedhet a talaj.

Nyár végi és őszi vetésű növények ápoló eljárásai

A növénytakaróval borított földön, a keléstől a betakarításig végzett munkákat nevezzük ápolásnak. Az ápolás célja a talajállapot javítása és a gyomszabályozás. Ápoló eljárások:

- Kelesztő öntözés őszi kalászosok vetése előtt vagy után.
- A tél folyamán összegyűlt pangó víz ill. vízöntések elvezetése, az eljegesedett felszínen a jég összetörése.
- Hengerezés a felfagyás, a kora tavaszi cserepedés enyhíthetésére.
- A cserepedés, kérgesség a növényállományában küllőskapával lazítható fel, a sorok irányával párhuzamosan, lehetőleg borús időben végezve.
- Csak kis területeken megoldható mód az évelő gyomok kiszúrása a növényállományban.
- Az évelő pillangósok és fűfélék első és második, gyomok maghozása előtti kaszálása.
- A lucerna, vörös here kora tavaszi fogasolása a gyökérnyak körül tömör talaj lazítása, levegőztetése, és a kelő gyomokat gyérítése érdekében. A nyúlzapuka, a tarka koronafürt, a baltacím táblákon az ilyen ápolás nem célszerű.
- A talaj sekély fogasolása a vörös here, szarvaskerep, és a gyepek áttelelése után. A nyúlzapuka, a tarka koronafürt, a baltacím táblákon ez az eljárás nem ajánlatos.
- A magtermő, kapás sortávolságra telepített lucerna, baltacím sorköze kultivátorral tartható tisztán.

A nyár végi és őszi vetésű növények ápoló eljárásai közül a mechanikai eljárások a talajállapot megőrzését, vagy – ha kedvezőtlen változások álltak be – javítását célozzák, ugyanakkor gyomszabályozási feladatoknak is eleget tesznek.

Tavaszi vetésű növények művelési rendszerei és ápoló eljárásai

Kalászos a tavaszi árpa, a zab és a rizs, gyök gumós a burgonya, a cukor- és takarmányrépa, hüvelyes a borsó, a bab, a szója, a lóbab, a csillagfürt stb., olajnövény a napraforgó, az olaj- és rostlen, a mustár. A kukorica és a

kölesfélék abraktakarmány növények. Tavasszal is telepíthető a lucerna és a vörös here. A talaj-előkészítés két szakaszból áll, az őszi alapművelésből (lehetőleg elmunkálva), és a tavaszi magágykészítésből. T

avaszi vetésű növények talaj-előkészítésének első szakasza az elővetemény betakarításától kezdődik nyár közepén, és késő őszig eltarthat. A rendelkezésre álló hosszabb idő a talajállapothoz való alkalmazkodást, és a fizikai-biológiai állapotjavító eljárások (középmélylazítás, mélyforgatás, szervestrágya-aláforgatás) elvégzését is lehetővé teszi. A második szakasz február végétől május végéig tart.

ábra. Tavaszi vetésű növények művelési rendszere

A talajmunkák csoportosítása:

- korán betakarított elővetemények után,
- későn betakarított elővetemény után, egynyári növény alá, és
- évelő növények tavaszi telepítésére.

Talaj-előkészítés korán betakarított elővetemények után. A cukor- és a takarmányrépa, a kukorica, a hüvelyes és olajos magvú növények előveteménye gyakran korán lekerülő őszi vagy tavaszi kalászos. A talaj-előkészítés a klasszikus sorrendet követi.

- Tarlóhántás. Mindazon művelési és minőségi szempontok szerint kell eljárni, mint az őszi vetésű növények esetében.
- A hántott tarló ápolásának gyomirtási feladata kiegészülhet a középmély-lazítást követő porhanyítással, esetenként az istállótrágya talajba munkálásával.
- Alapművelés forgatással. Az őszi szántás. Célja, hogy átforgassa és mélyítse azt a talajréteget, amely befogadja és tárolja a téli csapadékot a következő tenyészidőszakra.

A tavaszi vetésű növények többsége a mélyebben átmunkált talajokon fejlődik legjobban, ezt az alapozó művelést őszi mélyszántásnak nevezzük.

A szántás hántott, ápolt tarlón, vagy a lazítóval megjáratott területeken augusztus végétől a fagyokig végezhető. Korábbi szántásra kell törekedni a meredekebb domboldalakon, mély fekvésű területeken, nehezen művelhető erdő-, réti és szikes talajokon.

- A középmélylazítás tömör talajon indokolt. A korai betakarítás jó lehetőséget és elég időt ad a talajállapot javítására. Hántott tarlón mérsékeltebb rögzéződéssel lehet számolni.
- Az őszi szántás elmunkálása. A kora tavaszi vetések alá – ha a talaj tulajdonságai azt nem korlátozzák – oly mértékben célszerű az őszi szántás elmunkálása, hogy tavasszal a vetőágy egy menettel elkészíthető legyen. Az ősszel nedves állapotú, szalonnásan szántott talajokat azonban nem ajánlatos el-munkálni.
- Alapművelés forgatás nélkül. A korán lekerülő elővetemények után a tavasziak alá az őszi alapművelés nem, a szántás esetenként elhagyható. Forgatás nélkül is létre kell hozni azt a talajállapotot, amely alkalmas az őszi, és főként a téli csapadék befogadására és tárolására. A forgatás nélküli módok közül a középmélylazítás, a mélyebb rétegeiben nem tömör talajon a kultivátoros alapművelés lehet célravezető.
- Tavaszi talajmunkák. Kiegyenlített nedvességtartalmú, felszínén morzsás állapot létrehozása kell törekedni. Az őszi alapművelésben részesített, egyenletesre munkált talajon, a kora tavaszi szikkadást követően készíthető magágy. Az ősszel – különböző okok miatt – el nem munkált talaj pirkadása után vízvesztéséget csökkentő, műtrágyák, vegyszerek bemunkálását elősegítő felületet alakítunk ki. Az egyengetés hagyományos eszköze a fogással kombinált simító. Kíméletesebb rögtörő, keverő és egyengető munkát végez a forgóelemmel kombinált vagy a rugós késes simító.

Magágykészítésre a növények igényének megfelelően rugós vagy kanalas fogú kombinátor, vagy több művelőelemet is egyesítő kompaktor használatos. Magágykészítés alkalmával gyéríthetők a kelő gyomok (csíranövények), talajba keverhetők a trágyaanyagok és a növényvédő szerek.

A még ősszel egyenletesre munkált talajon a tavaszi kalászosok, a borsó, az évelő pillangósok magágykészítése és vetése egy menetben is elvégezhető a célra kifejlesztett kombinált géppel.

Talaj-előkészítés a későn betakarított elővetemények után.

A kukorica szára aprítása kombájnrn szerelt adapterrel, vagy szárzúzóval történhet, mindkettő jól teríti a zúzalékot. Ha nagy a szártömeg, vagy egyenetlen a zúzalék, tárcsát járassunk a területen. Így a szármaradványok tovább apríthatók és egy részük a talajba is keverhető.

A beérett – vagy defoliáns szerrel kezelt – napraforgó szára jól aprítható tárcsával. A tárcsa egyébként a szója-, lóbab-, silókukorica- és ciroktarlókon szárzúzásra, a burgonyaföldeken a bakhátak megszüntetésére is számításba vehető.

- Alapművelés forgatással. A deflációnak erősen kitett homok- és láptala-jok kivételével nem indokolt az őszi alapművelés elhagyása. Ha a fagyok beálltaig nem sikerül befejezni a szántást, pótolható a téli fagymentes napokon. A nedves állapotban szántott talajokon tavaszra marad a felszín egyenletesre munkálása és a barázdák behúzása is. Ekkor a tavaszi munkák felszínalakítással kezdődnek.
- A tavaszi szántás középkötött és kötött talajokon a nedvesség-veszteség, a nedvesség és az aprózottság tekintetében kiegyenlítetlen állapot miatt lehet kockázatos. Tavasszal akkor kezdhető el a szántás, ha a talaj egyenletben el is munkálható. Ha a tavaszi szántást külön menetben munkálják el, a szerkezet- és nedvesség kímélése érdekében rugós simítóelemmel kombinált hengerrel tegyék.
- Cukorrépa, napraforgó, és olykor kukorica elővetemény után, tavaszi gabonák alá, ha kizáró ok (túl nagy nedvesség, sok és vonódott, aprítatlan szár) nincs, kombinált kultivátor is megfelel alapművelésre. Az ősszel egyenletesre munkált talajon tavasszal a magágykészítés és vetés egymenetes módja alkalmazható.
- Későn lekerülő elővetemények után, a kora tavasszal vetendő gabonák talaj-előkészítésében újabb lehetőség az egymenetes művelés és vetés.

Évelő növények tavaszi telepítése

A telepítés jó kultúrállapotú, gyommentes és gondosan előkészített talajon lehet sikeres. Előveteményként kalászos, esetleg trágyázott kapásnövény jöhet számításba. A kapásnövények – kivétel a silókukorica – nem javasolhatók a lucerna előveteményének tavaszi telepítéskor. Vörös herénél a cukorrépa vagy a burgonya figyelembe vehető.

Korán lekerülő elővetemény után tarlóhántás, majd a hántott tarló ápolása következzen, hasonló célokkal, mint a nyár végi telepítéskor. Kapás növények tarló- és gyökérmaradványainak aprítására és a talajba munkálás elősegítésére sekélyen járassunk tárcsát.

- Az alapművelés mélységének megválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a talaj több évig bolygatatlan marad. Ezért a mélyszántás vagy a közép-mélylazítás lehet az alapművelés módja.

Még ősszel célszerű közel magágy minőségű, a téli csapadék befogadására alkalmas – vagyis nem tömörített – talajállapotot kialakítani.

- A tavaszi talajmunkák idejét, sorrendjét a telepítés ideje, a sekély vetési mélység és az aprómorzás magágy megteremtésének körülményei szabják meg. Az ősszel megszántott és részben elmunkált talajokon simítóval kombinált porhanyítót kell járítani, majd a felszínen porhanyó, a felső 2 cm réteg alatt minél jobban tömörített magágyat készíteni. Az évelő növények magágykészítése és vetése egymenetes móddal többnyire biztonságosabb a hagyományosnál.

A tavaszi vetésű növények ápoló eljárásai

A tavaszi gabonák – árpa, zab – ápolása kevesebb teendővel jár, mint az őszié. A tavaszi árpa 6-8 leveles stádiumában száraz tavaszokon könnyű hengerezés lehet indokolt.

A gépi sorközművelés közel százéves hagyományokkal rendelkezik (előbb volt igaerővel vontatott sorközkapáló gép, mint szemenkénti vetőgép).

A vegyszeres gyomirtás megjelenése óta a mechanikai és a kémiai védekezés kombinált alkalmazása terjedt el. A kukorica sorközművelése a kelő gyomok irtására, az ülepedett felső réteg porhanyítására és levegőztetésére is határos. Ápolásra a gyomok kelésétől és a talajfelszín állapotától függően 1-3 alkalommal kerülhet sor, aminek a kukorica magassága szab határt.

A másodvetésű növények művelési rendszerei és ápoló eljárásai

A másodvetésnek a korán betakarított fővetésű növény után, vagy a fővetésű növény előtt termesztett növények tekinthetők. A másodvetésű növények ANTAL József szerint hat csoportba sorolhatók:

1. Magtermésűek: köles, pohánka, mohar.
2. Gyök gumósok: tarlórépa, tarlóburgonya.
3. Zöldtakarmányok: csalamádé, takarmány káposzta, szudáni fű, perzsahere, olajretek, fehérmustár.
4. Zöldtrágyák: csillagfűt, olajretek, fehérmustár, perzsahere.
5. Öntözött zöldségfélék: zöldbab, csemegekukorica, palántált paprika, káposztafélék, stb.
6. Köztes védőnövények: mustár, olajretek, facélia.

Nyári másodvetésekre a júniusban és júliusban betakarított növények után kerül sor. Az áttelelő őszi másodvetésű zöldtakarmányok április végén és májusban kaszálással kerülnek le a szántóföldről. Utánuk rövid tenyészidejű kukorica, vagy takarmánycirok következhet.

- A másodvetésű növények egyes előveteményei május végéig, június elejéig betakarításra kerülnek, pl. takarmányrozs, keszthelyi keverék, támasztó növényvel vetett szöszösbükköny és zöldborsó. Elővetemény-hatásuk jó. Betakarításukig még nem szárad ki a talaj, így a másodnövény vetésére kevesebb ráfordítással készíthető elő a magágy.
- A június végén, és júliusban betakarított repce, tavaszi és őszi kalászosok elővetemény-hatása kissé gyengébb, mivel a talaj felső rétegének nedves-ségtartalma ez időre már lecsökken. A jobb művelhetőség érdekében érdemes kihasználni a talaj „beárnnyékolási érettségét”.
- Nyári másodvetésre a könnyű mezősegi-, erdő-, és a humuszos homoktalajok alkalmasak. A természetes biztonságát, öntözetlen körülmények között, a minél kevesebb nedvesség-vesztéssel járó gyors, és jó minőségű talaj-előkészítéssel lehet megalapozni. A talaj-előkészítés változatait a 54. ábra mutatja.

54. ábra Másodvetésű növények művelési rendszerei

- Tarlőhántás – az augusztus elején vetendő mustár és olajretek kivételével – nem szükséges, mivel egyik funkciója sem használható ki.
- Szántás akkor javasolható, ha a vetésre még aznap sor kerül. Egyenletes a felszín esetén kombinátorral készíthető magágy, vagy alkalmazható egy menetben a magágykészítés és vetés.
- Alapművelésre a sekély, forgatás nélküli mód alkalmasabb, kultivátorral, vagy tárcsával, mivel a mélyebb rétegek bolygatása nedvesség-vesztéssel jár. A magágykészítés és vetés egy menetben alkalmazása tanácsos. A talajmaró jó porhanyító és keverő munkája kis táblákon használható ki. A talajlazító hatású őszi káposztarepce után forgóboronával is jó vetőágy készíthető.
- A vetés után, vagy a vetéssel egy menetben tömörített, profilos felszín alakítandó ki.
- A nedvességvesztés csökkentése, és a gyors kelés érdekében alkalmazható – pl. a védőnövényeknél – a sávos művelés és vetés, vagy a direktvetés.
- Az áttelelő őszi másodvetések alá az őszi kalászosok művelési rendszerei irányadóak.

A másodvetésű növények ápoló eljárásai. Sorközművelésre kerülhet sor a kapás növények (tarlórépa, káposztafélék stb.) kelése után. A tarlóburgonya ápolási feladata a szekunder bakhátkészítés. A gyomosodás az elővetemény tarlójának művelésekor talajba kevert csírázó képes magvak tömegétől függ, eszerint kell alkalmazni mechanikai vagy kémiai védekezést.

A másodvetésű növények termesztési biztonsága és hozama öntözéssel növelhető. A sorközöket felszikkadt talajon célszerű sekélyen kapálni, porhanyítani.

Chapter 5. A főbb talajtípusok hatása a talajművelésre

A talaj sokféle természeti tényező (talajképző tényező) együttes kölcsönhatása során kialakult képződmény. Az eltérő hatások más és más tulajdonságú talajokat alakítottak ki az idők folyamán melyek termőképessége, esetleges mezőgazdasági hasznosíthatósága is eltérő. A talajtani ismeretek gyakorlati alkalmazhatósága érdekében a talajképződmények osztályozása elengedhetetlen.

FŐTÍPUSOK:

1. VÁZTALAJOK
2. KÖZETHATÁSÚ TALAJOK
3. BARNA ERDŐTALAJOK
4. CSERNOZJOM TALAJOK
5. SZIKES TALAJOK
6. RÉTI TALAJOK
7. LÁPTALAJOK
8. ÖNTÉS-ÉS HORDALÉKTALAJOK
9. MOCSÁRI ÉS ÁRTÉRI ERDŐK TALAJAI

1., VÁZTALAJOK

Kémiai, fizikai tulajdonságaik eltérőek, de általános jellemzőjük, hogy víz-, levegő és hőgazdálkodásuk egyaránt gyenge. Talajéletük és a rajtuk kialakult növényzet kis aktivitású, ezért a humuszképződés kezdetleges. Termőrétegük vékony.

A vázталajok gyakran másodlagosan kialakult képződmények, amikor az erózió, vagy a defláció miatt az eredeti talajtípus lepusztult. Futóhomok területeken gyakoriak az eltemetett, már kialakult talajtípusok. A vázталajok növényzete mindig gyenge növekedésű, a fás társulás gyakran hiányzik. Az éghajlati tényezők szerepe nagy, különösen a légnedvesség hatása fontos. Ha bőséges a csapadék és ez nagy légnedvességgel párosul, a növényzet zárulhat és a talajfejlődés felgyorsul.

A főtípusba tartozó főbb talajtípusok: sziklás, köves vázталaj, kavicsos vázталaj, földes vázталaj, futóhomok, humuszos homok.

Mezőgazdasági oldalról a főtípuson belül **homoktalajoknak** van jelentősége:

Alapvető hibájuk, hogy minimális a kolloid tartalmuk. Ez meghatározza rossz szerkezetmegtartó képességüket. Az előző kettőből adódóik, hogy a vízellátás szenved a legnagyobb zavart.

Minden talajművelés valamilyen mértékben szárítja a talajokat. A homok esetében különösen igaz, hogy nem szabad feleslegesen szárítani.

Mivel nincs elég kolloid a talajban, az nem képes nagyobb halmazokká összeállni, ezért többé (futóhomokra igaz) vagy kevésbé (némi humuszosodott homokra igaz) szél hatására elmozdul. Ezt deflációnak hívjuk. A homoktalajokon a víz megőrzése mellett a másik fő cél a talaj helyben tartása. Ezért:

- Nem végzünk tarlóhántást, a gyomok védik a talajt a széllel szemben. A gyomokat virágzás előtt lekaszáljuk,
- őszi vetés esetén közvetlen vetés előtt törjük fel a tarlót, majd magágyat készítünk,
- tavaszi vetés esetén csak tavasszal szántunk,

Az ilyen talajok nem érzékenyek a pillanatnyi nedvességi állapotra, ezért elvileg bármikor bármilyen művelet elvégezhető. Minden műveletet **gyűrűshengerrel** le kell zárni.

A homoktalajok jól levegőznek, ezért a feltáródási folyamatok gyorsak. Mivel nincs nagy kolloidtartalmuk, gyenge a tápanyagmegkötő képességük. Ebből következik, hogy a homoktalajokat gyakran (2-3 évente) kisadagú (15-20 tonna/hektár) szerves trágyázásban kellene részesíteni.

Jellemző, hogy az egyes műveletek hatástartama rövid.

2., KÖZETHATÁSÚ (LITOMORF) TALAJOK, SÖTÉT SZÍNŰ ERDŐTALAJOK

A közethatású talajok a vázталajokhoz képest előrehaladottabb talajképződési stádiumot képviselnek. Jellemzőjük a gazdag humuszos A-szint és az alatta húzódo szilárd, vagy lágy alapkőzetből álló C-szint. A már kialakult talajokra is igen nagy hatással van az alapkőzet milyensége, ez szabja meg a talajok ásványi- és kolloid-állományát. Általában A-C szintes talajok, a két szint közötti határ éles.

Jellemző folyamataik:

A **humuszosodás** – mivel hógazdálkodásuk kedvezőtlen, a szervesanyag lebontása nem csupán télen, hanem nyáron is korlátozott, ezért a le nem bontott szerves anyag felhalmozódhat.

A **kilúgzás** – humidabb viszonyok között a talajba szivárgó csapadék a sók (Ca, K) jelentős részét kimoshatja. A folyamat következtében a feltalaj gyakorta teljesen mésztelenné válhat, emiatt gyengén savanyú kémhatás a jellemző.

A főtípusba tartozó talajtípusok: humuszkarbonát talaj, rendzina talajok (fekete, barna, vörösgyagyas rendzina), erubáz talaj, ranker.

Mindegyik talajtípusra jellemző a 20-30 cm vastag, morzsás szerkezetű, gyengén kilúgzott A-szint, mely igen **magas humusztartalmú**. Ez alatt éles átmenettel a C-szint helyezkedik el. Száraz adottságú, hevülékeny, sülevényes talajok. Igen erős gyomosodással kell számolnunk rajtuk, ezért természetes növényzetük is inkább cserjés bozótból áll. Szerves anyaguk a **rendzina humusz**.

3., BARNA ERDŐTALAJOK

Ebbe a főtípusba a párás, csapadékos (humid), erdőnek alkalmas klímában kialakult talajok tartoznak. Háromszintes (A, B, C) talajok. Az A szint a szervesanyag felhalmozódás- és kilúgzás szintje. A B szint a rendszerint humusztmentes felhalmozódási szint, a C szint az alapkőzet. A szintezettségnek megfelelően az A és B szint a termőréteg. Az A és B szinteken belül a talajképző folyamatoktól függően alszinteket különböztetünk meg.

Jellemző folyamatai: a humuszosodás és a kilúgzás

Az **agyagosodás** – A talajban a nagyobb csapadékok eredményeképpen és a gyökérműködéssel együtt erőteljes mállási folyamatok játszódnak le. Ennek eredményeképpen agyagásványok keletkeznek. Ezt a folyamatot nevezzük agyagosodásnak. A folyamat hatására növekszik a talajok víz- és tápelem-megkötő képessége.

Az **agyagvándorlás** – Az a jelenség, mikor az agyag eredeti összetételében a lefelé haladó vizekkel a mélyebb talajrétegekbe jut.

Az **agyagszétésés** – Lényege az, hogy az erősen savanyú humuszsavak hatására az agyagásványok alkotóelemeikre esnek szét. A kovasav a talaj felső részében marad, míg az Al- és Fe-oxidok mélyebbre vándorolnak, majd kicsapódnak és a jellegzetes rozsdabarna-vörös színük érvényre jut. Fontos folyamatok még az erdőtalajokban a **glejesedés és a savanyodás**.

Fontosabb típusai a következők: savanyú barna erdőtalaj, podzolos barna erdőtalaj, agyagbemosódásos barna erdőtalaj, barnaföld, rozsdabarna erdőtalaj, pszeudoglejes barna erdőtalaj, kovárvámnyos barna erdőtalaj, csernozjom bara erdőtalaj, karbonátmaradványos barna erdőtalaj.

Mezőgazdasági művelésük

Az erdőtalajokra jellemző, hogy általában dombos területeken alakultak ki. A klíma általában hűvösebb és nedvesebb mint a csernozjom talajok esetében. Ebből következik, hogy több csapadék érkezik a talajra, mint

amit az képes elpárologtatni. A talaj felső rétegéből ezért a könnyen oldódó ionok a lefelé mozgó csapadékvízzel kimosódnak. A **kilúgzás** elsősorban a **Ca-ionokat** és a **tápanyagokat** érinti. Ebből következik, hogy az ilyen talaj felső része elsavanyodik és tápanyagokban szegényé válik. A Ca-ion egyben a kolloidok ragasztóanyaga is, hiányában leromlik a talaj szerkezete.

A leromlott szerkezetesség (Ca-hiány) és lejtő különösen alkalmassá teszi az ilyen területeken az erózió kialakulását (felszíni vízfolyás, amely magával sodor több-kevesebb talajalkotót is).

Az erózió mértéke függ:

- az elfolyó víz mennyiségétől,
 - csapadék mennyisége,
 - talaj vízbefogadó képessége,
- a víz sebességétől,
- a lejtő szögétől (meredekség),
- a lejtő hosszától,
- a talaj borítottságától (növény, szármadaradvány),
- a talaj szerkezetétől.

A talaj szerkezetét meszezéssel és istálló- vagy zöldtrágyázással javíthatjuk. A vízbefogadó képességet növelni tudjuk, ha a talajt mélyműveléssel (akár szántással, akár lazítózással) porózusabbá tesszük. Szántás esetén mindig **váltvaforogató ekét** használjunk és a barázdaszeleteket **felfelé forgassuk**. Valamennyi művelés iránya a lejtésre merőleges legyen. Ezzel kisebb méretű felszínegyenletlenség alakul ki, így a lefelé haladó víznek akadályokkal kell megküzdenie, így lelassul, nehezebben tud talajrészeket kimozdítani, nagyobb része a talajba szivárog.

A lejtő szögét csak **teraszolással** tudjuk megváltoztatni. A hossza szintén változik teraszok kialakításával, de olcsóbb megoldás, ha a területet a lejtőre merőlegesen művelve keskeny táblákra osztjuk és táblánként eltérő növényt termesztünk (lehetőleg sok sűrűvetésű, és/vagy évelő növény legyen).

A növényborítás olyan módon befolyásolja az eróziót, hogy akadályozza a víz felgyorsulását. Minél sűrűbb az állomány, annál jobb a védő hatás. Erre megfelelőek a gabona, a gyepek, a takarmánypillangósok, a repce, stb...

Mivel a csapadék nagyobb része ősszel és télen esik, ezért a védelem is erre az időszakra szükséges a leginkább. Ezt az őszi gabonák, repce, évelő takarmánynövények biztosítják. Jó védelmet biztosít a lejtőkön a talajvédő erdősávok kialakítása is.

4., CSERNOZJOM TALAJOK / MEZŐSÉGI TALAJOK

Hazánk erdősztyepp klímájának taljai. Az alföldi területeken fordulnak elő nagy kiterjedésben. Keletkezésük előfeltétele az erdőtalajokéhoz képest szerényebb csapadékú klíma, a rajtuk megtelepedő füves növényzet, valamint gyakran a meszes laza alapkőzet. A szárazabb klíma miatt megjelenő pázsitfűvek nagy mennyiségű elhalt gyökeret hagynak maguk után, melynek elbomlása a szárazabb viszonyok miatt lassabb. A folyamat eredményeképp lehetőség nyílik a vastagabb humuszszint kialakulására.

A csernozjom talajok általában 50-80 cm vastagságú **morzsás, humuszos** A-szinttel jellemezhetők. A humusztartalom felül a legnagyobb, lefelé haladva egyre csökken. Ennek megfelelően a humuszszint színe az AC találkozási vonala körül a legvilágosabb. A kémhatás 7 feletti (**semleges, bázikus**). A talaj kedvező tulajdonságú, de a szárazabb klíma miatt alapjaiban **száraz adottságú** talajok. Termőképességük a humuszszint vastagságától és a humusztartalomtól függ.

Jellegzetes folyamatai:

- Humuszosodás
- Kilúgzás (bővebb csapadékú területeken)

- Agyagosodás
- A szénsavas mész fluktuálása (hiszen vízgazdálkodásukat tekintve egyensúlyi típusúak)

Fontosabb típusaik a következők: kilúgozott csernozjom, mészlepedékes csernozjom, réti csernozjom, öntés , csernozjom, csernozjom jellegű homok

Mezőgazdaságilag a legkedvezőbb talajok.

- pH értékük 7,0-7,5 közötti,
- Ca-mal szükséges mértékben ellátottak,
- jó szerkezetképző és -megtartó tulajdonságú talajok,
- vízbefogadó képességük (egyéb negatív behatások nélkül) jó,
- vízgazdálkodásuk kedvező a növények számára (hosszú ideig köti meg a vizet a növények számára felvehető erővel),
- megtalálható bennük mind a szerves, mind a szervetlen kolloidok nagy tömege,
- nagy a tápanyagtökéjük,
- tápanyagfeltáró képességük jó,
- középkötött talajok,
- jó a hógazdálkodásuk (ez a pórusterektől, a víz-levegő aránytól függ),
- jó a biológiai tevékenységük (mikrobiológiai lebontás, átalakítás),
- a párolgatatás nagyjából megegyezik a területre érkező csapadék mennyiségével

A csernozjom talajok jó tulajdonságaihoz hasonlítjuk a többi talajok kevésbé jó tulajdonságait. A Magyarországon klasszikusnak mondható talajművelés (őszi mélyszántás, tavaszi előkészítés, betakarítás utáni tarlóhántás) ezeken a talajokon és ezekre a talajokra lettek kidolgozva.

A csernozjom talajok művelésénél szem előtt kell tartani a **szerkezet megóvását, a porképződés és a tömörödés megakadályozását**. A művelés mélységét annak megfelelően határozzuk meg, hogy ne hozzunk fel nyersföldet és kis humusztartalmú réteget. Időnként a növényi sorrendhez alkalmazkodva iktassunk be mélyművelést.

5., SZIKES TALAJOK

Kizárólag az erdősztyepp klímában kialakuló talajtípusok, melyekre a **sófelhalmozódás** a jellemző. Hazánk legtöbb nehézséget okozó talajai. A szikesedés alapfeltétele egyrészt a Na-sókban gazdag kiindulási talajképző anyag, másfelől a klímaviszonyok és az ebből adódó gyepes növényzet.

A szikesedési folyamatok eredményeként a sófelhalmozódás két típusát különíthatjuk el:

- **szoloncsákos sófelhalmozódásról** akkor beszélünk, mikor a sófelhalmozódás maximuma a feltalajban van. Mikor ez mélyebb rétegekben alakul ki, **szolonyeces sófelhalmozódásról beszélünk**.
- A szikesekre jellemző ún. **szologyosodás** a felső talajszintekben található fehér porszerű anyag, **kovaszemcsék** felhalmozódásának eredménye.

A szikes talajokra jellemző folyamatok:

- **Humuszosodás:** A talajokban a Na-ionok jelenlétében a humuszanyagok Na-humátokká alakulnak.
- **Kilúgzás**
- **Sófelhalmozódás** (Ca, Mg, Na-sók) A legkárosabbak a Na-sók!

- **Oszlopos szint kialakulása** (duzzadás-zsugorodás)
- **Sztyeppesedés** – A folyamat főképp magasabb térszinteken alakul ki. Ilyenkor a talajvíz hatása megszűnik és a vegetáció

A szikes talajok típusai: szoloncsák talajok, szoloncsák-szolonyec talaj, réti szolonyecek, sztyeppesedő réti szolonyecek, másodlagosan elszikesített talajok

Mezőgazdasági jelentőségük:

PERC TALAJOK Mezőgazdasági jelentősége a szolonyec talajoknak van. A szikes talajoknál fő problémát a Na-sók jelenléte okozza, amelyek a kedvezőtlen talajfizikai tulajdonságok kiváltói. Igyekezzünk olyan mélyen művelni talajainkat, amennyire lehetséges anélkül, hogy káros sókat hoznánk a felszínre. A talaj vízgazdálkodásának javítása miatt a lazítás nagy jelentőségű.

Melioráció, talajjavítás

6., RÉTI TALAJOK

A réti talajok kialakulásához mindig vízbőség szükséges, ugyanis a víz határozza meg a kialakult talajok morfológiai bélyegeit. A víz hatására a talaj felszínén megjelenő növényzet elhalt részeiből a humusz anaerob körülmények között keletkezik, ezért az ilyen humuszos szint **fekete** színű és rendszerint **poliéderes szerkezetű**. A réti talajok jellemzően A-C szintes talajok. A két szint határán gyakori a **vasfolt, vasborsó, a CaCO₃ kiválás és a glejesedés**.

A lecsapolások és vízrendezések során a legtöbb réti talaj körülményei megváltoztak és más típusokká alakulásuk folyamatos. Területük nehezen becsülhető, kb. 300-400 ezer ha-on érvényesül a réti jelleg.

A réti talajok típusai a következők: réti talaj, csernozjom réti talaj, szoloncsákos réti talaj, szolonyeces réti talaj, öntés réti talaj, lápos réti talaj.

A nagy kolloidtartalom, lassú vízáteresztés, tömődöttség és a gyakori levegőtlenység jellemzi a réti talajokat. **Hideg talajok**. A művelés során törekedjünk a tömődöttség csökkentésére, a vízbefogadás növelésére. Igyekezzünk talajainkat mélyen művelni, de káros réteget ne hozunk a felszínre! Fontos szerepet kap a lazítás, melyet minél mélyebben igyekezzünk elvégezni.

8., ÖNTÉS ÉS HORDALÉKTALAJOK

Általános jellemzőjük, hogy a talajképződést a víz hatására elmozduló és másutt lerakódó rétegek akadályozzák. Növénytermesztési jelentőségüket az egyes rétegek fizikokémiai tulajdonságai, valamint az előntések gyakorisága határozza meg.

Jellemző típusai: nyers öntéstalajok, humuszos öntéstalajok, lejtőhordalék talaj

A földművelés feladata a talajok víz- és hógazdálkodásának javítása, a gyomirtás.

9., MOCSÁRI ÉS ÁRTÉRI ERDŐK TALAJAI / LÁPTALAJOK

Országos méretekben nem jelentenek túlzottan komoly problémát, mivel előfordulásuk részben csekély, valamint ezen területek jelentős részén nem találkozunk mezőgazdasági műveléssel.

Legnagyobb összefüggő kotus láptalajok Szabolcs-Szatmár megyében, Fejér megyében, a Balaton déli és nyugati részén, valamint a Fertő tó környékén vannak.

Legjellemzőbb tulajdonságaik:

- Nagy szervesanyag-tartalom /tözegeken 30-50%, kotutalajokon 10-20%/
- A szerves anyagban gazdag réteg vastagsága 50-150 cm, esetenként 5-6 m is lehet
- Nagyon lazák /Tt= 0,5-0,8 kg/dm³/
- Vízkapacitásuk igen nagy

- Jellemző folyamatuk a glejesedés
- Hideg talajok, későn melegednek fel, így a talajmunkákat és a vetést is csak késő tavasszal kezdetjük meg
- Nagyon gyomfertőzöttek
- A kotutalajok vízkapacitása kisebb, tömöttebbek, mezőgazdaságilag kedvezőbb talajok

Osztályozásuk:

Tőzezláptalajok /a felszíni tőzegréteg 50-800 cm vastagságú/ nagyon mély fekvésben található talajtípus

Kotus tőzezláptalajok / a felső koturéteg 10-20% sza-ot tartalmaz, vastagsága 20 cm-nél nagyobb, alatta tőzegrétegek található/ közép mély fekvésű talajtípusok

Tőzezes láptalajok / a szelvény tőzegrétegének vastagsága 50 cm-nél nagyobb, a felszíni réteg mindig kotus, esetleg iszaphordalékkal fedett

Kotus láptalajok / a szelvényben nem található tőzegréteget. 10%- nál magasabb sza- tartalom/ a közép magas fekvésre jellemző talaj

A talajművelés alapelvei:

1. **a vízpárologtatás elősegítése**
2. **defláció elleni védelem**
3. **gyomirtás**

1. A vízpárologtatás elősegítése a tavaszi művelés feladata, mivel a forgatott felszín vízvesztése nagyobb. Ezen talajokon jellemző a **TAVASZI SZÁNTÁS, VAGY TÁRCSÁZÁS**
2. A kiszáradt, nagy szervesanyag-tartalmú talajt a szél könnyen elhordja, különösen a hó nélküli telek és a tavaszi időszakok a veszélyesek. Ezért ezen talajokon az **ŐSZI SZÁNTÁST HAGYJUK EL, A MŰVELÉS AZ URALKODÓ SZÉL IRÁNYÁRA MERŐLEGES LEGYEN. CÉLSZERŰ A MÁR KISZÁRADT FELSŐ RÉTEG TÖMÖRÍTÉSE/ NEHÉZ GYŰRŰ**

Kotutalajokon, mivel kötöttebbek, az őszi mélyszántás elvégezhető/ ezzel könnyebbé tehetjük a tavaszi munkálatokat.

3. A gyomirtás igen fontos feladat kell legyen. A betakarulás, valamint vetés közötti időszakban célszerű a talaj rendszeres művelése. Ezen célra a sekélyművelő eszközök alkalmazása célszerű. /kultivátor lúdtalp alakú kapával, nehézfogas/. A záró művelet mindig hengerezés legyen!

Figure 5.1. CSERNOZJOM ÉS ERDŐTALAJOK MŰVELÉSI RENDSZERE

	CSERNOZIJOM	ERDŐTALAJ
TARLÓHÁNTÁS		
	Elvégzése a talajnedvesség megőrzése, a gyomirtás, a következő művelési módok jobb minőségének elérése érdekében közép-kötött és kötött csernozjomokon is ajánlatos.	A tarlóhántás elvégzését vagy elhagyását talajvédelmi céloknak rendeljük alá. Csapadékban gazdag erdőtalajokon sekély tarlóhántás helyett azonnal közép-mély alapművelés javasolható.
ALAPMŰVELÉS		
	A kedvező termékenység fenntartása miatt a kultúrállapot megőrzése kívánatos. Az őszi kalászosok alá az elővetemények többsége után forgatás nélküli alapművelés előnyös. A mélyművelés periódusa a növényi sorrend szerint tervezhető. A tavaszi vetésű növények alá a gyomosságától valamint az alapművelés idején jellemző talajnedvességtől függően tervezhető szántás, lazítózással kombinált szántás, vagy tárcsázás.	A termőréteg vastagsága, a lejtőviszonyok megszabják az alapművelés maximális mélységét. Az alapművelés egyik fontos célja a talaj vízbefogadó képességének növelése, a vízelvezetés megakadályozása, a talaj védelme. Lejtőkön a szintvonalas művelés ajánlott. Az alapművelést időben később követő vetés esetén az alapművelést csak durva elmunkálás kövesse.
ALAPMŰVELÉS ÉS ELMUNKÁLÁSA		
	A talajszerkezet védelme érdekében az eszköz kapcsolásokra kell törekedni, és kerülni kell a káros talajtömörítést kiváltó taposást.	Idejét a vetéshez ajánlatos közelíteni. Kerülni kell az erózió káros növekedését kiváltó porosítást, a lejtő irányú gépmozgásokat.
VETŐÁGYKÉSZÍTÉS, ELMUNKÁLÁS		
	A magágy minőségével szembeni követelmények (lazultság, aprózottság) betartása, a nedvesség megőrzése kívánatos. Vetés után a talaj sajátosságai szerint kell a felületet kialakítani.	Erdőtalajokon a magágy minőségét talajvédelmi szempontoknak rendeljük alá. A magágy mélység betartása fontos, a felület profilos kialakítása a vetés után elengedhetetlen (szintvonalasan!).

Figure 5.2. RÉTI ÉS SZIKESTALAJOK MŰVELÉSI RENDSZERE

	RÉTI TALAJOK	SZIKES TALAJOK
TARLÓHÁNTÁS	A korai lekerülésű elővetemények után nem hagyható el. Sekély tárcsás vagy kultivátoros hántás (+elmunkálás) előnyös.	A tarlóhántás elvégzését a betakarítás idejétől és a talaj nedvességtartalmától tesszük függővé.
ALAPMŰVELÉS	Módját az elővetemények, a gyomosság, valamint a talaj nedvességtartalma szerint kell megválasztani. vevő őszi szántás alkalmazása előnyös.	A közép- és mélylazítózás periódusos alkalmazása ajánlott. A periódusidő rövid. A szántás mélysége korlátozott, minősége a talaj sajátosságaihoz adódóan kedvezőtlen. Az őszi gabonák alá inkább a forgatás nélküli alapművelés különböző változatait kell alkalmazni.
ALAPMŰVELÉS ELMUNKÁLÁSA	A tavaszi vetésű növények őszi alapművelését durva elmunkálás kövesse. Az őszi vetésű növények alapművelését száraz évszakokban erőteljes rögződés jellemzi. Irányelv a menetszám takarékos, a talaj szerkezet védelme.	E talajokon az őszi alapművelést nem ajánlatos elmunkálni. A tavaszi talajmunkák megkezdésekor fokozott figyelmet kell fordítani a talaj nedvességtartalmára (a kérgesedés, a talaj kenésének elkerülése érdekében).
VETŐÁGYKÉSZÍTÉS, ELMUNKÁLÁS	A magágykészítés fontos alapelve ősszel a nedvességmegőrzés, tavasszal az evaporáció növelése, a talaj felmelegedésének elősegítése. Vetés után síma felszín kialakítása nem javasolható.	A vetés idejére a talajok biológiai beérése általában nem következik be. A megfelelő fizikai állapot kialakítása a kívánt állománysűrűség elérésének az alapja. A vetés után profilos felszín kialakítása szükséges.

Figure 5.3. HOMOKTALAJOK MŰVELÉSI RENDSZERE

A főbb talajtípusok hatása a talajművelésre

	FUTÓHOMOK	HUMUSZOS HOMOK
TARLÓHÁNTÁS		
	Elhagyható. A tarlómaradványok, a kikelt gyomok, az árvalélés védi a talajt a deflációtól.	Elvégzése ajánlatos. Betakarítás után közvetlenül alapművelés is következhet. A talaj lezárása feltétlenül szükséges.
ALAPMŰVELÉS		
	Közvetlenül vetés előtt, javasolható forgatással vagy forgatás nélkül.	Módja és ideje a növény igénye szerint. Az őszi gabonák alá a forgatás nélküli mód különböző változatai alkalmazhatók. A tavaszi vetésű növények alá a szántás, vagy a lazítózással kombinált szántás az előnyös.
ALAPMŰVELÉS ELMUNKÁLÁSA, VETŐÁGYKÉSZÍTÉS, ELMUNKÁLÁS		
	Alapművelés után azonnal magágykészítés és vetés. Vetés után profilos, talajvédő felszín kialakítása és tömörítés	Lehetőség szerint menetszám takarékosan a nedvesség megőrzését szem előtt tartva kell elvégezni. (Kapcsolt műveletek)

Chapter 6. A művelés energiaigénye és a talaj károsítása

Az erőgép járószerkezete

A járószerkezet talajra gyakorolt elkerülhetetlen káros hatása a tengelyterhelés és a csúszás következményeként fellépő szerkezetromlás és tömörítés formájában jelentkezik. Az altalajt is deformáló tömörödés problematikája az alábbiakban foglalható össze.

- A gépek tömegéből eredő talajnyomás nagyságát az egy kerékre, vagy tengelyre eső terhelés határozza meg.
- A taposási kár nedves talajban terjed a legmélyebbre.
- A taposási kár eredetű altalaj-tömörödés tartósabb, nehezebben szüntethető meg, mint a művelési hibából kialakult tömör réteg, az eke- és tárcsatalp betegség.
- A kár méretéről a taposott terület meghatározása is tájékoztat. A legegyszerűbb módszer a keréknyomokkal szabdalt és az összterület összehasonlítása.

A talaj tömörödését üzemeltetés során elsősorban az alábbi tényezők befolyásolják:

- a gép, vagy gépcsoport össztömege,
- dinamikus hatások,
- a járószerkezet felfekvési felülete,
- a járószerkezet talajnyomása,
- a talaj szerkezete és nedvességtartalma,
- a talajterhelés időhatása.

A kerekes traktoroknál a legnagyobb teljesítmény-kihasználási tényezőhöz tartozó optimális kerékcúszás a talajtól függően 9-13 %, a lánctalpas traktoroknál 5,0-6,5 %, a gumihevedereseknél pedig 4-5 % körül alakul.

A kerekes traktorokhoz a normál profilú helyett a korszerűbb, szélesebb, alacsony profilú radiál abroncsok, valamint az igen széles, nagy légterű ballonos konstrukciók alkalmazhatók. Előnyök, hogy megfelelő vonóerőkifejtés és jó komforthatás mellett kevésbé terhelik a talajt a nagyobb felfekvési felületük következtében.

A gumiabroncsok talajnyomását alapvetően a belső levegőnyomás határozza meg, ezért ha ennek értéke csökkenthető, akkor a tömörödés is csekélyebb mértékű. Az alacsonyabb belső nyomás következtében nagyobb lesz a nyomás, illetve a nyommélység, ami 5-20 % üzemanyag megtakarítást eredményezhet.

Fentiek alapján a gyakorlat számára elfogadható összefüggés bármely szerkezetű gumiabroncsnál a $p_1 = 1,2 \times p_b$.

Azonos méretű gumiabroncs azonos terhelés mellett a száraz, tömörebb talajon kisebb talajnyomást eredményez, mint a nedves, képlékenyebb talajokban.

A traktorokon egyre elterjedtebben használt széles, alacsonyprofilú, radiál szerkezetű köpenyekben a szántóföldön alkalmazható 0,6 bar belső levegőnyomás esetén a közepes felszíni talajnyomás hozzávetőleg 0,8-0,9 bar, amely agrotechnikai szempontból elfogadható.

A gumihevederes járószerkezetű erőgépek alkalmazási előnyei

A taposási károk csökkentését célzó fejlesztések:

- az erő- és munkagépek tömegének csökkentése, ezzel kisebb járószerkezeti terhelés biztosítása,

- a gumibroncsok esetében a belső levegőnyomás csökkentése, ezzel a felfekvő felület növelése,
- egyenlő tengelyterhelés elosztás megvalósítása,
- rugózott, lengéscsillapított mellső futómű alkalmazása,
- a munkatartományban a szlip mérséklése,
- nyommélységjelző monitor, illetve gyomlazító használata.

A felsoroltak figyelembevételével a gumibroncsos járószerkezetek használatának öt fontos üzemeltetési szabályát a káros talajtömörödés megelőzésére az alábbiakban fogalmazhatjuk meg:

1. Széles, alacsony profilú, radiál gumibroncsok használata.
2. Laza, nedves talajon maximálisan 0,4-0,6 bar belső levegőnyomás alkalmazása.
3. A lehető legsekélyebb keréknyom elérése.
4. Szántóföldi vontatási munkáknál a szlip max. 10-12 % körül alakuljon.
5. A belső levegőnyomás rendszeres, napi ellenőrzése, beállítása.

Az erő- és munkagép energetikai kapcsolata

-változtatható fogásszélességű munkagépek alkalmazásával; A talajhoz és állapotához igazolód fogásszélesség helyes megválasztásakor az elmunkáló menetek száma és az üregjárat is csökken. Ilyen megoldást ágy- és váltvaforgató eke, vagy középmélylazító fejlesztéseknél is alkalmaznak.

A művelőgép munkaszélessége

Kedvező talajviszonyok esetén nagyobb, kedvezőtlen esetekben kisebb munkaszélesség alkalmazása gazdaságosabb adott erőgép teljesítményéhez. A talaj- és terepviszonyokhoz alkalmatlan munkaszélesség az előírás szerinti minőség csökkenését keresztül növeli az energia veszteségeket.

A művelőelemek állapota és konstrukciója

Rossz beállítás esetén az eke fajlagos vontatási ellenállása 30-40 %-kal haladja meg az adott körülményekre jellemző normális értéket. Egyéb művelőeszközöknél 5-35 % energiaveszteség léphet fel.

Kopott, élettlen művelőelemmel dolgozva 10-40 % energiaveszteség adódhat, miközben csökkenhet a művelés mélysége, és károsan tömörödhet a talaj a művelt réteg alatt. - A réselt (léces) kormánylemez. A vontatási teljesítményigény csökkenése hazai talajokon gyakorlati megítélés szerint 0-20 % között változhat.

A munkaminőség javulása, az energiaigény és a talajszerkezet károsítás csökkenése várható a talajdeformáció jellegének változtatása révén. Ezt a célt elősegíti a

- kedvezőbb geometriai méretek alkalmazása,
- forgatás és porhanyítás egy beavatkozásra,
- talajszeletelés,
- szélesebb barázda kialakítása,
- kíméletes lazítás és porhanyítás.

A talajkímélő művelőelemek közé sorolhatók azok a konstrukciós megoldások, amelyek a talaj vágása, nyírása, lazítása, porhanyítása, vagy a talajba süllyedés során kevésbé tömörítenek, vagy nem idéznek elő visszatömörödést.

Az ékkéses talajmaró az egyik példája a művelőelem-talaj érintkezési felület minimalizálására. A rugós terhelésű, csavartkéses kultivátorok művelő-elemei a haladás során rezgő mozgást végeznek, optimális késosztás esetén nyirkos talajban is gyakorlatilag művelőtalp képzés nélkül dolgozhatnak. (Birkás, 2001).

A középmedlylazítás hatékonyságát elősegítő fejlesztések:

- A lazítók tömegének csökkentése nagyszilárdságú anyagokkal lehetséges.
- A cserélhető szerszámok (lazítóék, vágóél) alkalmazhatósága a lazító-eszköz tartóssága, a munka hatékonysága miatt előnyös.
- Megfelelő munkamélység elérése, a művelési feladatra alkalmas erő- és munkagép kiválasztásával.
- Változtatható paraméterű szerszámok fejlesztését a talaj állapotához való alkalmazkodás, az erőgép kímélése, a kívánt lazítási mélység elérése teszi szükségessé.
- Minimális porhanyítás, ha az elsődleges művelési feladat nem ez.
- Vibrációval működtetett aktív szerszámú eszközök használata.
- Szárnyas lazítókések alkalmazása. Ekkor általában nem a mélyebb, hanem a felszínhez közeli tömör réteget a lehető legjobban átporhanyító talajmunkára törekednek. A késes lazítók valamely növények alpművelési módszere, a 30 cm alatti talajrétegek állapotának javítására is alkalmas.
- A talaj kedvező állapotban tartása. Lazítással javítható a talaj állapota, de minél elhanyagoltabb, annál több energia szükséges az átlazításhoz. Az energiaigény csökkenthető, ha a lazítást hántott tarlón végzik el, továbbá, ha elmunkáláskor nem történik visszatömörítés.

Középmedlylazítás – amely a szokásos szántás alatti réteg fizikai állapotának javítását célozza – hatástartama a 30-35, esetleg 35-40 cm mélységből adódóan is 1-3 tenyészideig tart.

Műszaki fejlesztések a lazítás minőségének javítására és energiaigényének csökkentésére:

- A gerendely alakja. A haladásra merőleges, egyenes, továbbá V alakú, vagy a haladással szöget bezáró lehet.
- A gerinclemez (lazítótest) és a lazítóék alakja. A legkönnyebb talajba hatolást és – megfelelő késosztással – a legjobb átlazítást kell elérni reális vontatási teljesítményigény mellett (Bánházi, Jóri és Soós, 1984).
- Gerinclemez tömegének csökkentése a vontatási teljesítményigény optimalizálására a lazítóhatás, illetve a szilárdság megtartása mellett (Bánházi, Jóri és Soós, 1984).
- Ferdekéses középmedlylazítók. A ferde művelőtestek az eketalp-réteget áttörve, a talajt megemelve lazítják, de helyzetüknél fogva nem hozzák a felszínre a rögöket.
- A „Helioplow” lazítókések. Az oldalirányban is ívelt gerinclemezű, a talajba ferdén hatoló lazítók. A lazításkor egyáltalán nincs talajréteg keveredés.
- Ekegerendelyre szerelhető lazítótestek.
- Tárcsás csoroszllya, a talajba hatolás könnyítésére.
- Talajlazítás fűróelemmel.

A művelőgép alkalmassága adott feladatra

Az eltérő felépítés, a nagyobb tömeg, vontatási teljesítményigény, hajtóanyagfogyás, vagyis a várható energia növekmény miatt nem célszerű mélyművelő eszközt középmedly-, vagy sekély talajmunkára használni.

A művelőgép adott feladatra akkor is alkalmatlanná válik, ha a talaj nedvességtartalma, vagy a tarlómaradványok tömege, összetorlódottsága, vonódottsága akadályozza a művelő-elemek hatékony munkavégzését és növeli az energiaigényt.

A talaj károsításának és a művelés energiaigényének csökkenése a talaj- és terepviszonyokhoz alkalmazkodó, adott művelési célra konstrukció és állag szerint is alkalmas munkagépek használata esetén várható.

A talaj tömörödése és elporosodása – néhány kivételtől eltekintve – megelőzhető, és súlyosbodásának elkerülésére is több megoldás van.

A művelésre alkalmatlan (túl nedves, vagy kiszáritott) talaj bolygatásakor a szerkezet is, a munkagép is károsodik.

Chapter 7. Csökkentett menetszámú, művelettakarékos talajművelés

A művelés csökkentése – összhangban a talaj állapotával

A csökkentett művelés alkalmazási kockázatát a befolyásoló tényezők ismeretében lehet mérsékelni.

A feladatok:

Művelési hibákkal terhelt talajon fizikai állapotjavítás előzze meg a csökkentett művelésre áttérést.

A talaj fizikai állapotának javulása biológiai módszerekkel fokozható, illetve egészíthető ki.

Elgyomosodott talajon egyidejűleg mechanikai, kémiai és biológiai gyomkorlátozás szükséges.

Ülepedésre és tömörödéssre érzékeny, és közepesen érzékeny talajokon rendszeres állapotjavítás célszerű betervezni.

A tömörödéssre hajlamos, illetve az elporosodott talajokon a tárcsázás alkalmazásának korlátozása kívánatos. Korán lekerülő elővetemények tarlójának hántására, őszi vetésű növények alapművelésére, szántás-elmunkálásra más eszközt tanácsos választani. A szántás a növényi sorrenddel, a növényvédelemmel összhangolva alkalmazandó. Kerülendő a szántás, a tárcsázás az arra alkalmatlan – túl nedves, túl száraz – talajállapotnál, mivel költségesen javítható hibák keletkezhetnek.

A szervesanyag mérleg javítása egészséges tarló- és növényi maradványok talajba juttatását teszi szükségessé (aláforgatás, vagy bekeverés).

A nedvességvesztés csökkentése és a művelhetőség javítása érdekében nyári betakarítás, és tarlőhántás után a zúzott maradványok felszínen hagyása hosszabb ideig célszerű. Nedves talajon a legkisebb kárt okozó művelési és vetési mód alkalmazása ajánlatos. A nedves talajon okozott károkat (taposás, művelőtalp-gyúrás) a súlyosbodás megelőzése érdekében a következő idényben kell javítani.

Száraz talajon lazítással lehet a korábbi művelési hibákat enyhíteni.

A kedvező talajállapot és a jó művelhetőség könnyebben fenntartható, ha csökkentik a nedvességvesztést takarással (mulcs), kíméletes porhanyítással, és kevésbé rögzítő, a szerkezet kímélő eljárásokkal.

A talajállapot hibák megelőzésében támaszkodni lehet az egymenetben több műveletre alkalmas gépkombinációkra. A kombinált gépek nagyobb ára összhangban van a végezhető műveletekkel. Üzemeltetésük nagyobb szakértelmet kíván, mint a hagyományos, egyszerű eszközöké.

A talaj fizikai és biológiai állapota közötti összhang kímélő műveléssel teremthető meg, és tartható fenn.

Figure 7.1. A talajok fizikai és biológiai állapotának javítása (Birkás, 1999).

Biológiai tényezők		Művelési tényezők
1. Talajtakarás	A talaj értékes, természetes, fizikai, biológiai, kémiai tulajdonságainak, termékenységének, megújuló képességének kedvező fizikai és biológiai állapotának megőrzése - szükség esetén - javítása	1. Védő felszín kialakítása (a víz- és szélelhordás, a nedvesség-vesztés csökkentése)
2. Tarlómaradvány gazdálkodás		2. A talaj fizikai terhelésének mérséklése
3. Szervestrágyázás		3. Kevesebb talajbolygatás - szervesanyag kímélés
4. Vetésváltás - A növényi sorrend biológiai hatásának növelése		4. A tömörödés körülményeinek kerülése
5. Nedvesség-gazdálkodás (kedvező víz- és levegő-forgalom fenntartása)		5. Vízbefogadást biztosító talajállapot kialakítása és fenntartása
6. Anaerob folyamatokat gátló talajállapot fenntartása		6. A talaj állapotához alkalmazkodó (javító, kímélő) művelés
7. A kémiai terhelés csökkentése - A kedvező kémhatás fenntartása		7. A művelés növényvédelmi hatásának kihasználása (kártevő-, kórokozó- és gyomkorlátozás)

A sokmenetes és a csökkentett művelési rendszer folyamatszémleletű elemzése

Ha a növény igényének megfelelő talajállapot a termőhely körülményeihez szabott lehető legkevesebb eljárással és menettel teljesül, takarékos művelés valósul meg.

Száraz időben, ha a tarlólántás erősen rögös, vagy elmarad a felszín lezárása, a nedvességvesztés miatt az alampművelés minősége is kifogásolható lesz.

A növények talajállapot igénye független a művelési beavatkozások számától és módjától.

A növények talajállapot igénye használható ki a művelési rendszerek csökkentésekor, vagy a műveletek kombinálásakor.

Az egyszerű talajművelési soros folyamat sémája

Ábra

Az ábrából megállapítható, hogy

- A sokmenetes, hagyományos művelési rendszerben nagy számú folyamat egymásutánisága esetén, ha az egyes hibák nem kerülnek időben felfedésre és javításra, úgy a folyamatlánc végén az összegződött hibák hatványfüggvény szerinti, a folyamat számától függő hibaszám és hibakár növekedést adnak.
- A művelési folyamatok számának ésszerű csökkentésével a zavaró tényezők (hibalehetőségek) száma is kevesebb. Így kevesebb minőség-kockázati tényezőt kell figyelembe venni, és ezek elemzése rövidebb idő alatt végezhető el.
- Kevesebb számú művelési folyamat jó időben, jobb minőségben és kisebb ráfordítással valósítható meg. További előny, hogy az egyes esetleges folyamathibák összegződése lényegesen kisebb hibakárt, költséget jelent.
- A művelési folyamatok összevonása gépkombinációkkal valósítható meg. Üzemeltetésük kétségtelenül szakértelmet kíván, a gépek általában drágábbak is, ugyanakkor üzemi megbízhatóságuk nagyobb, mint az egyedi gépek eredő megbízhatósága.

Tárcsás alapművelésre épülő rendszer

Fő alkalmazási terület: őszi vetésű növények, másodvetésű növények

Tarlóhántás, hántott tarló ápolása, alapművelés: tárcsa. Fokozatos mélyítés + lezárás gyűrűs hengerrel.

A hántott tarló ápolása: szükség szerint ismételve.

MAGÁGYKÉSZÍTÉS: KOMBINÁTOR

Megtakarítás: (szántáshoz viszonyítva)

vonóerőigény: 60-70% (nehéztárcsa: 25-30%)

üzemanyag felhasználás: 60-80% (nehéztárcsa: 25-35%)

időigény: 65-75% (nehéztárcsa: 30-40%)

Alkalmazható: száraz években, kötött talajokon, későn lekerülő elővetemények után, 4-5 t/ha szármaradványig (felaprítás szükséges!)

Alkalmazási korlát: nedves talaj, nagy mennyiségű, vonódott szártömeg, mélyebb talajrétegek tömődöttsége.

Nehézkultivátoros alapművelés

Fő alkalmazási terület: nyár végi és őszi vetésű növények talajművelési rendszere

Tarlóhántás: tárcsa, vagy nehézkultivátor (sekélyen) + gyűrűshengeres lezárás

Hántott tarló ápolása: szükség szerint kultivátor, vagy tárcsa + gyűrűshenger

Alapművelés eszköze: nehézkultivátor (elmunkáló elemmel felszerelt, ha nem elmunkálás külön menetben)

Magágykészítés és vetés külön munkafolyamatban.

Megtakarítás: (szántáshoz viszonyítva)

vonóerőigény: 25-30%

üzemanyag felhasználás: 30-40%

dőigény: 20-30%

menetszám: 2-3 (attól függően, hogy szüksége-e tárcsázást alkalmazni a tarlómaradványok talajba keveréséhez)

Alkalmazható: száraz és kissé nyirkos talajokon

Alkalmazási korlát: erős gyomosság, nagy tarlómaradvány tömeg, tömődöttség a mélyebb rétegekben, nedves talaj.

Középmély lazítóra alkalmazott alapművelés

Fő alkalmazási terület: erős tömődöttség a talaj felső 30-40 cm-es rétegében

Kiegészítő felületi művelés szükséges (tárcsa, eke) a tarlómaradványok mennyiségétől és aprítottságától függően.

Tarlóhántás: tárcsa, vagy kultivátor + lezárás: henger

Hántott tarló ápolása: szükség szerint (tárcsa, vagy kultivátor + lezárás: henger)

Alapművelés: középmély lazítás. Nedvességtartalom! Lazítózáskor képződött rögöket el kell munkálni!

Megtakarítás: (szántáshoz viszonyítva)

vonóerőigény: 10-14%

üzemanyag felhasználás: 10-12%

időigény: 20-22%

Alkalmazási korlát: nedves talajállapot

KOMBINÁLT MŰVELÉS ÉS VETÉS

Fő alkalmazási terület: őszi és tavaszi vetésű gabonák

Eszköz: talajmaró vagy forgóborona + ráépített vetőelem + kapcsolt lezáró henger

Leginkább elművelő + vető kombinációk. (elmunkálás, magágykészítés, vetés egy menetben).

Alapművelés: eke vagy tárcsa

Tarlóhántás és a hántott tarló ápolása Magyarországon ez esetben is gyakorlat!

Tavaszi gabona esetén az őszi alapművelés esetleg elmaradhat.

Chapter 8. A középmezőlylazításra alapozott művelési rendszerek

„...rögös, vagy tömődött talajban a legjobb trágya is csak felsikert eredményez.” – Cserhádi Sándor, 1900.

A talaj tömörödés jelei a következők:

- a csapadékvíz a felszínen pang, felszáradás után a talaj mohos,
- a tömör talaj az ásómintában (1.3. fejezet) lemezes rétegződést mutat,
- a talaj száraz állapotban művelve erősen rögös, hantos,
- a talaj a szokásosnál is nehezebben, nagyobb energiával művelhető,
- a tömör réteg/ek/ben vagy alattuk megtalálhatók a fel nem tárodott, konzerválódott vagy penészes tarlómaradványok,
- a tömör talajban a csírázás és a kelés vontatott, a növények visszamaradnak a fejlődésben, ellenálló képességük csekély,
- a növények gyökerei a tömör réteg fölött vízszintes irányba fejlődnek.

Figure 8.1. A középmezőlylazítás alkalmazási előnyei és megfontolandói

Előnyök	Megfontolandók
1. A tömörödött talaj állapot enyhítése, megszüntetése (forgatás nélkül)	1. nedves talajon nem ajánlott, mivel ekkor hatása csekély
2. a talaj kedvező biológiai tevékenységének pezsdítése és megőrzése,	2. ülepedésre, tömörödéssre érzékeny talajokon rendszere (periódusos) alkalmazás tanácsos
3. a periódusos mélyművelés eljárása	3. forgatás, porhanyítás és keverés nem jellemző
4. a száraz talajon alkalmazható	4. tömör, száraz talajon erős a rögösödés
5. a belvíz elvezetése után a nedvesség lehúzóódása ún. víztelenítő lazítással segíthető elő	5. tömör, kiszáritott talajon nagy az energiagény
6. mérsékelt talajnedvesség-vesztés	6. nem gyomkorlátozó eljárás (de a gyökértarackos gyomok élettevékenységét zavarja)
7. azonos mélység esetén a szántásnál kisebb energiagény	7. szakszerűen alkalmazva hatásos
8. a növénytermesztés biztonságának javítása	8. elmunkálásra megfelelő eljárás választandó (visszatömörítés megelőzése)
9. környezeti kockázat csökkentés	
10. a talaj állapot javulásából következő gazdasági haszon	

A talajlazítás hatékonysága érdekében fontos tényezők:

- A talaj nedvességtartalma. Hatékony lazítás a talaj vízkapacitásának 40-45 %-os telítettsége esetén, vagyis száraz talajban várható.
- A gyakran vízjárta, nedves talajok lazítása a nedvesség szintjének leszállítását célozza, hatása megfelelő, tartama rövid (összettel végezve a téli, kor tavaszi belvíztől mentesíti a kérdéses területet).
- A talajlazítás mélysége. Tudni kell, mely mélységben van a termelés biztonságát lerontó tömör záróréteg, amelyet át kell lazítani.

- A tervezett lazítási mélység elérése. A talaj agyagtartalma, nedvessége, tömődöttsége, a tömör réteg vastagsága, a lazítókés osztás és a lazító vontatási teljesítmény igénye befolyásolja. A körülmények ismeretében kell tervezni, és pontosan mérni, teljesült-e. A lazítási mélység túlbecsülése helytelen döntésekhez vezet.
- A lazítás várható energiaigénye. A talaj agyag- és nedvességtartalmától, tömődöttségétől, a lazítás mélységétől függ. A lazítás energiaigénye hántott tarló beéredett talaján csökkenthető. Azonos talaj körülmények esetén a 35-40 cm mélységű középmedlylazítás és a 28-32 cm mély szántás hajtóanyagigénye gyakorlatilag megegyezik.
- A lazítás hatékonyságának javítása. Hántott tarlón, ha a talaj beéredése már megkezdődött, biztonságban elérhető a tervezett mélység, az átrepesztés, a lazítás energiaigénye és a rögzössége pedig csökken.
- A lazítás hatástartama a lazítás mélységétől, az átlazítás minőségétől, a talaj ülepedési hajlamától függ. Ha elkerüljük a visszataposást, a 35-40 cm-ig hatoló középmedlylazítás hatása egy-három tenyészideig tarthat. Megfontolandó, hogy a talaj 30 cm-nél mélyebb rétegeiben lazítással kialakított kedvező állapotot a növények csak abban az esetben hasznosíthatják, ha a felső réteg nem tömörödik vissza.
- A mélyebb rétegek kedvező lazultságát kihasználó növények termesztése. A középmedlylazítás alpművelési eljárás, a 30 cm alatt kialakult tömörödés enyhítésének gyakorlatilag egyetlen módszere. Mivel a talaj védelme a legfontosabb, így bármely növény termeszthető a lazított talajon (mélyen gyökerezők termesztése tanácsosabb).

A talajlazítás hatástalanságának elkerülése érdekében figyelmet kell fordítani a következőkre:

- A tervezett mélység könnyebben elérhető nedves talajon, de ekkor a lazítóhatás gyenge, várható tartamhatás rövid. A traktorkerekek csúszása és a gépek tömege újabb károkkal terheli a talajt.
- A korábban már felszántott talaj lazításakor a szántott réteget a vélnél több taposási kár éri, és a tervezett mélység sem teljesül.
- Hántatlan és fedetlen, holtvíztartalomig kiszáradt talajon a jellemzőnél 15-30 %-kal több energiát használnak fel (pazarolnak el), a tervezett lazítási mélység elérése nélkül. Az így „felhangolt” talaj az eszköz és az eljárás megítélését is lerontja.
- A lazított talaj felszínét a nedvességvesztés elkerülése érdekében hőségnapok előtt és alatt nyomban le kell zárni. Az elmunkálás elhalasztása – esetleg a talaj beázásáig – a visszataposás veszélyével járhat. Pl. száraz talajon a tárcsa jó, nyirkos talajon megfelelő, nedves talajon inkább káros.
- A lazított talaj felső rétegének szakszerű porhanyítása hozzájárul a hatástartam megőrzéséhez. Olyan elmunkáló-elem hasznosabb, amely a tömör rétegek átrepesztésekor képződött rögöket a lazultság lerontása nélkül porhanyítja. Ha nincs elmunkáló-elem a lazítón, különmenetes porhanyításra kultivátor, rögszeletelő hengerrel kombinált rugós simító vagy siktárcsás porhanyító vehető igénybe.

A középmedlylazítás gyakorlati haszna összefoglalóan:

- Forgatás nélküli alpművelési mód, amely alkalmas a talaj 25-45 cm rétegében bárhol a művelési hibaként kialakult tömör állapot megszüntetésére.
- Szakszerűen alkalmazva nem válik költséges és nehezen végrehajtható mélyművelési módszerré, ám szakértelmet, gondosságot kíván alkalmazójától.
- Művelési lehetőség a művelési hibák és a környezeti károk enyhítésére.
- A középmedlylazítással kedvezővé vált talajállapot esetén termés-növekedés érhető el, ugyanakkor ennél lényegesebb a talaj fizikai- és biológiai állapotának javulása, amely a termesztés biztonságának visszaállítását és megtartását eredményezi.
- A talaj mélyebb rétegei állapotának javítása révén környezeti károk (anaerob folyamatok, vízpangás a felszínen, vagy a tömör réteg felett, rögzösödés) és gazdálkodási veszteségek (nagy energiaigény műveléskor, növénypusztulás, terméskiesés) megelőzését és csökkentését teszi lehetővé.

- A középmedlylazítás alkalmazási kockázata átlagos és száraz talajokon igen alacsony, ennek következtében agronómiai hatása is igen jó. Ez a tény a középmedlylazítás talaj- és környezetvédelemben betöltött nélkülözhetetlenségét támasztja alá.
- Az egy-két késes lazítók munkaszélessége kicsi, a lazított talajt a traktor kerekei az újabb fogás művelésekor visszataposhatják.
- A talajállapot javítás és a hatástartam megőrzése érdekében is fontos, hogy a művelési rendszeren belül a lazítást megelőző (tarlóhántás) és azt követő művelési beavatkozások (elmunkálás, magágykészítést) minősége is kifogástalan legyen. A lazításkor képződő rögök porhanyítása, és a felszín egyengetése ugyan másodlagos cél, de egy menetben elvégezve meg lehet előzni a nagyobb nedvességvesztést, és a visszatömörítéshez vezető kényszer menetek alkalmazását.

Chapter 9. A kultivátoros művelés

„A tökéletes munkához tartozik az is, hogy a tarlómaradványok jelentős része, mint talajvédő, a kultivátorral megmunkált föld tetején marad. Ezek a tarlómaradványok megvédik a talajt az eróziós hatásoktól, a szélről, valamint az esőcseppek romboló pergőtüzeivel szemben, megakadályozzák a talaj korai összezsapolódását és csökkentik a nedvesség pazarlását”. – Manning G. Adolf, 1957.

Figure 9.1. A kultivátoros művelés alkalmazási előnyei és megfontolandói

Előnyök	Megfontolandók
1. Mérsékelt rög- és porképzés = talajszerkezet kímélés	1. Nedves talajon hatékonysága romlik
2. 'művelőtalp-tömörítés' nem jellemző	2. Tömörödött és kiszáradt talajokra megfelelő konstrukció alkalmas
3. Jó lazítás, porhanyítás és keverés	3. Az évelő gyomok korlátozására a mélyebben járó konstrukciók alkalmasak
4. Száraz és nyirkos talajon igen jó minőség várható	4. Szakértelemmel alkalmazva nyújtja az előnyöket
5. Nedves (még járható) talajon más eljárásoknál kevesebb kárral alkalmazható	5. Aprítatlan, vonódott tarlómaradványok esetén a keverőhatás romolhat
6. Kisebb felszínelmelkedés = mérsékelt nedvességvesztés	6. Nem a forgatásra jellemző előnyöket kell elvárni, hanem azokat, amelyekre más eljárásoknál alkalmasabb
7. Kís kockázat = közvetett gazdasági haszon	
8. A szántásnál jobb terület teljesítménye	
9. Energiatakarékos eljárás	
10. Több művelési feladatra alkalmasság	
11. A gépkombináció változatossága (porhanyító/lezáróelem)	

A gyakorlati előnyök

- Műveléskor, az ekéhez vagy a tárcsához viszonyítva is mérsékeltőbb a rögösítés és a porosítás, vagyis a talajszerkezet károsítás esélye kisebb.
- A mélyebben (20-25 cm-ig) járható nehéz kultivátorokkal átlazítható a felszín közelében kialakult tömör – ún. tárcsatalp – réteg
- A művelőszerszámokból (kapatest, szerszámszár) és a talaj nedvességtartalmától függően kisebb a művelőtalp-tömörödés kialakulásának veszélye.
- A jobb minőséget alapul véve a szántástól és valamelyest a tárcsaázástól is eltérő talajnedvesség-tartományban alkalmazható. Ez egyrészt a száraz és a nyirkos talajállapotra vonatkozik, amikor is a talaj vízkapacitása 42-55 %. A szárnyas kapás, merevszárú kultivátorok, ha a talaj nyirkos, még alkalmazhatók, de, ha a kapatestek a művelés mélységében kenik a talajt, akkor már nem.
- A kultivátoros művelés ma még alig kihasznált előnye a talaj nedvességétől való erős függés enyhülése. A nedves, erőgéppel még járható talajon ugyanis legkevesebb kár a rugós kése kultivátorok nyomán keletkezik. Nem csak a kenő-gyűrő hatása enyhébb más eszközöknél, hanem a művelt réteg alját tömörítő hatása is.
- A mulcshagyó művelés haszna a talaj kisebb nedvességvesztésében is kimutatható. Ennek nyáron, hőségnapokon veszik nagy hasznát.
- A közvetlen gyomirtó hatás gyenge és közepes fertőzöttség esetén jó. Tarlólántáskor kultivátorral olyan talajállapotok körülmények alakíthatók ki, amelyek elősegítik a felszínhez közeli rétegben elfekvő, csíráképes gyommagvak kikelését. Az árva- és gyomkeltést kultivátorral eredményesen lehet korlátozni. Nem elhanyagolható a kultivátoros művelés közvetett szerepe a gyomirtásban. Elgyomosodott területeken a

sekélyművelés megismétlésével csírázásra, kelésre serkenthetők a felső talajréteg gyommagjai. Mint az tudott, a gyomnövényeket még a maghozás előtt el kell pusztítani.

- A kultivátorral művelt talajon – ha a kérdéses réteg eredetileg fertőzött volt – a szántotthoz (a durvább műveléshez) képest hamarabb kelnek a gyomok, ezért az irtásukat jól kell időzíteni. A vélelmekkel ellentétben nem a kultivátor (vagy más sekélyművelés) gyomosít, hanem a talaj kedvezőbb állapota ad jobb esélyt a gyomkelésre, amelyet az eljárás megismétlésével eredményesen gyéríthetünk.
- A kombinált nehéz kultivátorok művelő-elemei közül lazításra és keverésre alkalmas pl. a forgóelem, a rugós, vagy duplarugós, 'S-alakú', vagy ívelt szerszámszár, vagy a csavart kés. A felszínyegyengetést a kombinációban a henger (rögtörő, léces, tuskés stb.), és valamelyest az ún. 'borítótárcsa' végzi.
- A kultivátoros művelés munkasebessége (6-12 km/h), a tárcsához hasonló, a szántásnál nagyobb. A gyorsaság tarlóhántáskor, a hántott tarló, lazított felszín ápolásakor és nyári alpműveléskor is előnyös.
- A nehéz kultivátoros művelés – bár a nagy munkaszélességű, több művelőtálp-elemből álló kombináció vonóerő igénye nagy – energiatakarékos. Az energiaigény azonos talajállapot, munkaszélesség és mélység esetén a szántásnál 25-35 %-kal kevesebb, a tárcsással azonos, vagy annál 10-15 %-kal több.
- A nehéz kultivátorra alapozott művelési rendszer kevesebb menettel valósítható meg, mint a szántásos. A kultivátorral végzett alpművelés után (tekintettel az eszköz felszereltségére) nincs szükség a hagyományos értelemben vett (pl. tárcsás) elmunkálásra, ezért az így előkészített talajok nem tömörödnek vissza. Ily módon a kultivátoros alpműveléskor tapasztalt kedvező tendencia érvényes a teljes rendszerre.
- A kultivátorelem kombinálhatósága más művelő-elemekkel jó, így a talajmunka összképe – a lazítás, porhanyítás, keverés, felszínyegyengetés és tömörítés együttese – kielégíti az agronómiai elvárásokat.
- Talajállapot vizsgálatok a kultivátorral 25-35 cm-ig megmunkált talajok kedvező nedvesség tárolását igazolják (vélelem, hogy az őszi-téli csapadék megfelelő befogadására és tárolására csak a szántott talajok alkalmasak). A csapadékot ugyanis olyan talajállapot fogadja be, amelyben nincs nedvességforgalmat gátló akadály, vagyis művelőtálp.
- A talajkímélés lehetősége az új alkalmazótól az első időkben több odafigyelést követel, mint bármely más új eljárásnál. A kultivátorral 0-15, 0-25, illetve 0-35 cm mélyen átmunkált talaj, ha e réteg alatt nem tömör, bármely növény igényének megfelel.

Megfontolandók a kultivátoros műveléskor

- Beázott, nedves talajon a rugóskéses kultivátorok nyomán várható jobb szerkezetkímélés.
- Túlságosan tömörödött és kiszáritott talajokra az erősebb konstrukciók valók. Elhanyagolt talajállapotnál a kultivátor sem képes csodákra.
- A szár- és gyökértarackos gyomok irtásában a kultivátoros művelés hatékonysága közepes. A gyökértarackos gyomok kimerítéséhez a kultivátor, talajszerkezet kímélő hatása miatt alkalmasabb a tárcsánál.
- A kultivátorok szerszámszárai nagy, aprítatlan, vonódott (átázott) tarlómaradvány tömeg esetén eltömődhetnek. Ezért kultivátoros művelés előtt – vagy már a betakarítással egy menetben – a száruzás elvégzése ugyanúgy célszerű, mint más eljárások előtt.
- A kultivátor keverő munkája nedves talajban ugyanúgy romlik, mint a hagyományos tárcsáé. A két eszköz közötti különbség a szerkezetkárosodásban mutatható ki, a kultivátor előnyére.
- A kombinált kultivátor a hagyományos tárcsánál korlátozottabban használható ki, pl. nem alkalmas kukorica száruzásra. Ez a hátrány eltörlődik az előnyök mellett.
- A kombinált nehéz kultivátor a hagyományos tárcsánál bonyolultabb szerkezet. A művelő-elemek szakszerű beállítására a minőségi munka érdekében külön-külön is ügyelni kell.

A kultivátoros művelés értéke a következők szerint foglalható össze:

- A talaj felső (0-15, 0-25, 0-35 cm) rétegének kíméletes lazítására és porhanyítására alkalmas.

- Lényeges elem kultivátoros műveléskor a mulcshagyás, amely a talaj kiszáradásának megelőzésére, további művelhetőségének javulására előnyösen használható ki.
- Száraz- és nyirkos talajon jó agronómiai minőség várható tarlóhántáskor és alpműveléskor a környezeti kockázat növelése nélkül.
- Nedves – még művelhető talajon – kultivátoros művelés alkalmazásával elkerülhető a nagyobb környezeti kár kialakulása, vagy súlyosbodása.
- A kultivátoros művelés közvetett gazdasági haszna a talajszerkezet kímélése, a kedvező talajállapot kialakítása és fenntartása.

Chapter 10. Tárcsás művelés, talajmarás

„A tárcsás borona pedig, hozzáértő és vele vissza nem élő gazda kezében, nálunk is nagyon hasznos talajművelő eszköznek bizonyult.” Gyárfás J. 1925.

A hagyományos tárcsák művelőeleme a gömbsüveg, vagy csonkakúp felületű tárcsalap. A hagyományos tárcsák beállítási, vagy vontatási szöge, vagyis a tárca síkja és a vontatási irány által bezárt szög 35-55 ° között változtatható. Az erőteljesebb porhanyításhoz nagyobb vontatási szög felel meg.

0A hagyományos tárcsával szembeni agronómiai elvárások (Bánházi, 1984 nyomán):

- A munkamélység állítható legyen, és az, munka közben sem kereszt-, sem hosszirányban ne változzék. A tárca munkamélysége, azonos függőleges irányú terhelés mellett, a munkasebesség növelésével csökken, a fajlagos vontatási ellenállás emelkedik. Ennek oka a talaj nagyobb vízszintes irányú deformációja és a tárcsalapok növekvő csúszása.
- A beállított mélységben porhanyítsa és lazítsa a talajt (a tárcsával megmunkált barázdafenék hullámos marad. A kétsoros tárcsákat ezért úgy szerelik, hogy az első és a hátsó sorban elhelyezkedő lapok porhanyítása kiegészítse egymást).
- Vontatás közben tartsa a haladási irányt és ettől a talajellenállás változása esetén se térjen ki.
- Behúzása tömörödött, száraz talajon is megfelelő legyen.
- A tárcsatagok között ne maradjon műveletlen sáv.
- A húzások szélein ne hagyjon mélyebb barázdákat.
- A szármaradványokat eltömődéstől mentesen aprítsa és keverje a talajba.
- Egyenletes talajfelszint hagyjon vissza.

A tárcsás művelés alkalmazási előnyei és megfontolandói

- Tárcsával jól apríthatók a száraz (nem, vagy alig vonódott) növényi szárak.
- Különböző műveletekre – porhanyítás, keverés, sekély lazítás – alkalmas. A megfelelő porhanyítás tarlóhántáskor, alpműveléskor, és elmunkáláskor is szükséges. A kedvezőtlen talajviszonyok rontják a tárcsázás minőségét (7.8. táblázat).

Figure 10.1. A tárcsázás alkalmazási előnyei és kockázata

Előnyök	Kockázatok
1. jó porhanyítás és keverés	1. nedves talajon nem ajánlott, mivel beragad, gyúr és ken
2. kisebb felszínemelkedés és talajnedvesség veszteség	2. nedves talajban károsan tömörít ('tárcsatalp-réteg')
3. száraz talajon alkalmazható	3. száraz talajon porhanyítás helyett porosítás (szerkezet károsítás)
4. a tarlómaradványok aprítására alkalmas	4. sok és vonódott tarlómaradvány esetén csökkenő hatékonyság
5. gyorsaság, nagy terület teljesítmény	5. élő gyomok hatékony irtása nem várható
6. több művelési feladatra alkalmazható	6. környezeti hatása általában kedvezőtlen
7. energiatakarékos eljárás	
8. ismertség, egyszerűség (kis tanulási igény)	

- A tárcsa, felépítéséből adódóan alkalmas keverésre, amely a tarlómaradványok talajba juttatásakor (nem aláforgatás, mint az ekénél, hanem részleges talajba keverés) előnyös. A különböző nedvességű talajfrakciók egyenletes elkeverésére nem felel meg.
- Területteljesítménye folytán és mert a hántáshoz szükséges több műveletre (porhanyítás, keverés, lazítás, szármadaradványok aprítása) megfelel, a tarlóhántás legelterjedtebb eszköze. A tömörítéshez hengert kell a tárcsára szerelni, vagy kapcsolni.
- A tárcsa száraz, legfeljebb kissé nyirkos talajokon, a vízkapacitás 45-50 %-os telítettségénél használható. Ha a talaj kiszáradt, több lesz a később elmunkálendő rög, de nő a porfrakció is. Nedvesebb talajon a felszíni porhanyítás értéke a tárcsatalp tömörödés miatt csökken.
- A tárcsás művelés – szakszerűen végrehajtva – előnyös a talaj mikrobiológiai folyamataira. A porhanyítás során a talajt túlzottan nem levegőzteti át, így az aerob humuszszintet morzsa degradációját nem erősíti fel. A sekély bolygatás miatt a 20 cm alatti talaj bakteriális tevékenysége nem változik meg (Szabó, 1992). A tárcsatalp tömörödés esetén ez kifejezetten káros, mert konzerválja az anaerob körülményeket.
- A tárcsázásnak a közvetett gyomirtó szerepe általában hatásosabb, mint a közvetlen. A tárcsával sekélyen hántott rétegben gyorsabban kelnek a gyomok, és ha túlzottan nem erősödnek meg, elpusztíthatók.
- Energiatakarékos eljárás. Azonos talajkörülményeknél és művelési mélységnél a tárcsázáshoz 20-25 %-kal (ha kedvezőbbek a viszonyok ennél nagyobb arányban) kevesebb hajtóanyag szükséges, mint a szántáshoz. Ez a kedvező arány a teljes művelési rendszereket tekintve is megmarad.
- Mérsékelt a vontatási teljesítményigény. A tárcsázás fajlagos vontatási teljesítményigénye azonos talajkörülmények és munkamélység esetén szerzők mérései alapján 40-65 %-kal alacsonyabb, mint a szántásé.
- A hajtóanyag fogyasztás alacsony. A talaj agyagtartalmától függően a 10-12 cm mély tárcsázáshoz 5-14, szántás után, elmunkálásra 3,5-11,5 l gázolaj szükséges hektáronként (középmély szántáskor 17-22 l/ha). Tarlóállapotnál 6-8, súlyos tömörödéskor 10-14 l/ha fogyasztás várható. Ha a tárcsázás mélysége megegyezik a szántással, a hajtóanyag fogyasztás 70-75 %-kal kevesebb. Elhanyagolt, taposott, kiszáritott talaj sekély (8-10 cm) hántására ugyanannyi üzemanyag fogy, mint nyirkos talaj mélyebb (14-16 cm) hántására (birkás, Gyuricza, Soós adatai, 1997).
- A nagy területteljesítmény a tárcsa munkaszélességéből (Jóri szerint nehéztárcsánál 10 m-ben maximálható) és munkasebességéből (6-10 km/h) következik. Különböző talajokon a tárcsázásra 65-75 %-kal kevesebb üzemóra fordítandó, mint szántáshoz.
- A tárcsa, a tárcsaelem kombinálhatósága jó. A tárcsaelem, pl. középmélylazítókon a lazításkor képződött rögök porhanyítására és felszínalakításra szolgál. Síktárcsa-sort szerelhetnek a kultivátorkapák elé, amely a talaj néhány ujjnyi felporhanyításával a kapák talajba hatolását könnyíti, vagy a kapák mögé, a rögök porhanyítása céljából.

A tárcsás alapművelés haszna és kockázata

Szabó János a tárcsa első hazai térhódításakor (1909) jó előérzettel írta: „nem lehet szeméttárcsának afelett sem, hogy igen sok slendrián gazda kezében ez az eszköz csak arra lesz jó, hogy még slendriánabbul dolgozzék”.

A tárcsás talajmunka kockázata

A hagyományos tárcsák alkalmazási kockázata szakszerűtlenségből, olykor kényszerből, a talajnedvesség figyelmen kívül hagyásából ered. A következményei: a tárcsatalp-tömörödés, a rögösítés, az elporosítás, vagy a tárcsázott réteg kiszáradása.

- A tárcsatalp csúszása következtében a művelési mélység határán tömörödik a talaj, amely kár nedves, és már eredendően tömörödött talajon még nagyobb. Szántáselmunkáláskor, ha a talaj az adott szelvényben nedves, a tárcsa saját tömege és a tárcsatalp forgása következtében tömörít, gyakorlatilag „megfelelően” a szántást egy, a víz, vagy a gyökerek által nehezen átjárható réteggel.
- A kiszáradt rögöket a tárcsa hiányosan, nagymérvű porképződés mellett aprítja. Ekkor nem porhanyít, hanem a rögöket 'fényesítve' porosít. Sipos (1962) a porfrakció megduplázódásáról számolt be száraz vályogtalajon,

a harmadik tárcsamenet nyomán. A talaj degradáció egyik oka, nagy valószínűséggel, az évente ismétlődő rögzítés és elmunkálás során az elporosítás.

- Őszi, vagy tavaszi szántások tavaszi elmunkálására a tárcsa nem való. Száraz felszínű, de 10-15 cm mélységben még nedves, szántott talajt tökéletlenül keveri, kellően nem porhanyíthatja, emiatt változóan nedves talaj marad utána. Ilyen talajon kelnek a tavaszi kapásnövények egyenetlenül, vagy közismertebben 'lépcsősen'.
- Nedves talajon, sok és vonódott tarlómaradvány esetén a tárcsa aprító és keverő munkája is kifogásolható.
- A tárcsázás csak szakszerűen alkalmazva csökkenti a talaj nedvességvesztését. Tarlólántáskor a felszín lezárását elmulasztani olyan szakmai hiba, amely a következő művelés rögződésével és nagyobb energiaigényével köszön vissza.
- A tárcsás sekélyműveléssel összefüggő termésveszteségek a megmunkált réteg alatti fizikai-biológiai állapotával függenek össze. A tárcsát elsők között alkalmazó és népszerűsítő Baross és Manninger mélyművelésben részesített elővetemények után ajánlották, vagyis akkor, ha a talaj mélyebb rétege nem volt tömörödött.
- Az élő (szár-, és gyökértarackos, szaporítógyökeres, gyöktörzsos) gyomok hatékony irtására a tárcsa nem alkalmas (a vegetatív szervek darabolásával inkább terjedésüket mozdítja elő). Az egyéves gyomokat néhány leveles állapotukban, fejletlen gyökérszét esetén irtja. A fejlett gyomok 10-15 %-a maradhat sértetlen a második tárcsamenet után.
- A tárcsázás energia-, idő- és költségtakarékossága csak egy menet esetén használható ki. Kétszer, háromszor járva előnye elvész, miközben a talajszerkezet is károsodik. A Mezőgazdasági Gépi Bértárcsázók Szövetsége 2005. évi (ÁFA nélküli) árai szerint 1 ha szántáselmunkálás nehéztárcsával 5.300-6.650 Ft, amely kétszer végezve több kerül, mint a porhanyításban hatékonyabban kombinálható elmunkáló egy menete (9.100-10.600 Ft).
- Hántatlan, kiszáradt tarlón az elmunkáló nélkül járatott nehéztárcsa energetikai mutatói kedvezőbbnek adódhatnak, mint a lezár elemmel is kombinált, mélyebben járó késses kultivátoré (Birkás és Soós, 1997). Ez a 'lehetőség' agronómiai hibák sorozatához vezet a gyakorlatban (több nedvesség megy veszendőbe az elmunkálás nélkül hántott tarlókon és ennek következtében romlik a következő talajmunkák minősége).

Az őszi kalászosok sekély művelési mélységigénye akkor használható ki a művelési ráfordítások csökkentésére, ha 16-20 cm alatt nincs tömör záróréteg.

Tárcsás sekélyművelés ősszel

A talaj 20 cm alatti rétegének tömődöttsége a sekélyművelés idejétől függetlenül kockázatosá teszi a termesztés eredményességét.

Tárcsás sekélyművelés tavasszal

A tavaszi tárcsás műveléssel, már a második évben, gyökerekkel át nem járható réteget tömörítenek a feltalajban. A tavaszi tárcsás sekélyművelés egy-egy évben választható szükségmegoldásként értékelendő.

Tárcsára alapozott művelési rendszerek

A tárcsás művelési rendszer értéke összefoglalóan a következő:

- A tárcsázás forgatás nélküli sekélyművelés, és mindazokat az előnyöket nyújtja, amelyre az eszköz adott körülmények esetén képes.
- A tárcsázás agronómiai hátrányai és környezeti kockázata az eszköz konstrukciójából, és a szakszerűtlen alkalmazásból következnek. A kockázati tényezők objektív, előzetes felmérés a károk csökkentésének esélyét kínálja.
- A tárcsás alapműveléses rendszer alkalmazása száraz és nyirkos talajon a körülményekhez igazodó kiegészítő eljárásokkal együttesen elégítheti ki az agronómiai és ökonómiai elvárásokat a környezeti kockázat növekedése nélkül.

- A síktárcsázás (síktárcsás porhanyítók) megjelenése a gépvásztékban növelte a talajszerkezet kímélésre alkalmas gépek számát, és lehetővé tette a hagyományos tárcsák mellőzését a tarlóművelésben és elmunkálásban.

A talajmarás

„... oly korszakot alkotó találmány (...), mely a talajművelő munkák mai költségeit le fogja szállítani az elképzelhető minimumra s amely gépnek munkáját jószág és olcsóság dolgában más, bárminő motoros talajművelőgéppel elérni nem tudja.” (ifj. Sporzon Pál, 1908).

Figure 10.2. A talajmaró alkalmazási előnyei és hátrányai

Előnyök	Hátrányok
1. jó porhanyítás és keverés	1. túlzottan száraz talajon porosítás
2. egyenletes felszín kialakítás	2. nagy tanulási igény
3. csekély talajnedvesség veszteség	3. hasonló munkaszélességű más eszközökhöz viszonyítva kisebb területtelj esítmény (!)
4. talajszerkezet kímélés (!)	4. élő gyomok irtása bizonytalan
5. energiatakarékos eljárás	5. nagy beruházási és fenntartási igény
6. művelőtalp-tömörítés nem jellemző (az ékkés előnye)	6. tömör altalaj
7. több művelési feladatra alkalmasság	7. közepes/gyenge környezetkímélő hatás
8. széles talajnedvesség-tartományban alkalmazható	
9. a maróelem jól kombinálható	

A talajmarás alkalmazási előnyei

- A művelési rendszeren belül tarlóhántásra, ápolásra, alpművelésre, alpművelés elmunkálására, és magágykészítésre választható.
- Tarlómaróval jól talajba keverhetők a trágyák és tarlómaradványok.
- Egyenletes, 'teknőtől és ormoktól' mentes felszín alakítható ki.
- Legkisebb a művelőtalp-tömörödés kialakulás veszélye az ékkéses változat alkalmazásakor.
- Széles talajnedvesség tartományban alkalmazható.
- A talaj kötöttsége nem határolja be az alkalmazhatóságát.
- A maróelem jól kombinálható lazító-, kultivátor- és hengerelemekkel.
- A porhanyítás mértéke szabályozható, vagyis száraz talajon is csökkenthető a porosítás.
- Energiatakarékos eljárás. További alkalmazási előnye, hogy magágy minőségű állapotot alakít ki, vagyis a művelési rendszer menetszáma csökken.
- A talaj legfelső rétege a növény igényének megfelelően lazul.

A talajmarás alkalmazásának megfontolandói

- A porosítás elkerülése érdekében a dob fordulatszámát, a burkolólemeztől való távolságát, valamint a haladási sebességet a talaj nedvességtartalmához alkalmazkodva tanácsos beállítani.
- Sekélyművelésről van szó, amelynek a minősége jelentősen eltér a szántástól, de más forgatás nélküli eljárásoktól is.
- A gyomirtás hatása változó. Olyan talajállapot alakul ki, amely a megmunkált rétegben lévő életképes gyommagvak csírázásának és kelésének kedvez, így az egyéves gyomokat, kifejlődésük után irtani lehet.

- A talajmaró bonyolult szerkezetű gép. Művelőelemei az intenzív használat következtében gyorsan kopnak, ezért az üzemeltetés költsége más eljárásnál több, művelési rendszerre vetítve azonban kisebb.
- A talajmarók területteljesítménye kicsi – munkasebességük 3-5 km/h – ezért bármennyire alkalmas is lenne, tarlóhántásra, vagy ápolásra nem célszerű használni.

Talajmaróra alapozott művelési rendszerek

A talajmarás a csökkentett művelési rendszerekben

A talajmarós művelési rendszer értéke összefoglalóan a következő:

- A talajmarós műveléssel a talaj legfelső rétegének (≤ 20 cm) állapota javítható. Előnyét a minimális talajmozgatással elérhető vetési minőség, hátrányát a mélyben tömör talajállapot jelentheti.
- A talajmarás bármely más művelési eljárásnál szélesebb nedvesség tartományban alkalmazható.
- A maróelem más művelő-elemekkel kombinálhatósága kedvezőtlen talajállapot esetére is megoldást nyújt.
- A talajmarós rendszer a csökkentett művelési megoldások egyike, amelyet az igényes kertészeti növények termesztésében gyakran alkalmaznak.
- A szántóföldi növények rendszereiben igen ritkán, szükségmegoldásként lehet a talajmaróra támaszkodni.
- A talajmarás alkalmazásának kockázata az intenzív porhanyításból adódóan nagyobb, mint a kultivátorosé. Tömörödéstől mentes nedves talajon alkalmanként kímélőbb hatású, mint a tárcsa, vagy az eke.

Az ékkéses talajmaró nedves talajt tömörítő hatása csekély, ezt adott viszonyok között gazdaságosan ki lehet használni.

Chapter 11. Biológiai tényezők és a talajművelés, szervesanyag gazdálkodás

A talaj szerves anyagának forrásai a következők lehetnek:

- a termesztett növények visszamaradó melléktermékei,
- a talajban élő mikro- és makroszervezetek, valamint
- a szerves trágyák.

A szerves trágya kedvező hatását már az ókorban ismerték, és ezért felhasználták. A szerves trágyák tápanyagtartalma viszonylag kicsi, a tápanyagok csak a szerves anyag lebomlásával, tehát időben elnyújtva érvényesülnek. Felhasználásuk ennek ellenére szükséges és hasznos, mivel hozzájárul a talajtermékenység fokozásához, illetve fenntartásához.

A legfontosabb szervestrágyák a következők:

- istállótrágya,
- hígtrágya,
- zöldtrágya,
- növényi melléktermékek,
- komposzt,
- városi szemét,
- fekália,
- tőzegtrágya,
- baromfitrágya,
- ipari szerves hulladékok.

Istállótrágya

Az istállótrágya az alom és az állatok ürülékének különböző arányú keveréke. Szerves anyag- és baktériumtartalma fontos szerepet játszik a talajélet alakításában.

Az istállótrágya összetétele

A **friss szilárd ürülék** a feletetett takarmánynak az a része, amelyet az állati szervezet nem használ fel, az emésztőszerveken keresztül haladva a szilárd ürülékkel jut a külvilágra. A szilárd ürülék nitrogénjének hatása lassú, kálium minimális van benne, foszforsav-tartalma viszont magas, de nehezen oldódó alakban található.

A **vizelet** olyan anyagokat tartalmaz, amelyek a takarmányból származnak ugyan, de nemcsak a bélrendszeren, hanem a vér útján már az egész állati szervezeten keresztülmentek, és amelyeket a vese, mint felesleges vagy káros anyagokat kiválasztott. Sok benne a kálium, főként klorid formában, a foszfor azonban kevés.

Alomanyagok: az almózisra általában gabonaszalmát használunk. Az alomanyagnál a legfontosabb a nedvsvívó képesség, a táplálóanyag-tartalom és a szerves anyag minősége.

Az istállótrágya kezelése

Az ürüléknek alommal való keveréke egymagában még nem jelenti az istállótrágyát, vagy legalábbis nem olyan, mint amelyet a mezőgazdasági területekre kiszórnak. Sőt, ha ilyet felhasználnak, akkor a káros szénhidráthatás miatt a növények visszamaradnak, ezért a friss istállótrágyának erjedésen kell keresztülmennie.

A trágyát összegyűjtik az üzemben a trágyaszérűn vagy a trágyatelepen. Kiszállításig (felhasználásig) kezelni kell, hogy tápanyagvesztése minimális legyen. A tárolás során általában nagy a szárazanyag- és nitrogénvesztés. Ez akár 30-60 % is lehet. Ha a trágyát lazán tároljuk, akkor az aerob mikroorganizmusok tevékenysége révén megkezdődik a szerves anyag oxidatív lebontása szénhidráttá és vízzé, ammónia szabadul fel a nitrogéntartalmú vegyületekből. Így nitrogén- és szerves anyag veszteség jelentkezik. Hő keletkezik, és a trágya felmelegszik. A hőhatás és az oxigénhiány miatt a baktériumok részben elpusztulnak, így a szerves anyag bontási folyamatok lelassulnak.

Ha a trágyát nedvesen és tömören tároljuk, akkor megakadályozzuk a levegő-utánpótlást, aminek következtében a friss trágyában lévő oxigén felhasználása után az aerob mikroorganizmusok elpusztulnak és elszaporodnak az anaerob szervezetek. Erjedési folyamat indul el, metán, alkoholok, tejsav és vajsav képződik. A közben felszabadult hő kevesebb, mint a lazán tárolt trágyánál. Kevesebb a szárazanyag és N-vesztése. A keletkező savak nagy mennyiségű ammóniát kötnek meg, így a trágya gazdagabb lesz oldható N-vegyületekben. Ezt a trágyakezelési eljárást nevezzük hideg érlelésnek.

Trágyakezelési eljárások

- **Hideg érlelés:** csak viszonylag kevés alomanyagot tartalmazó trágya azonnali tömörítése révén valósítható meg. pH: 6-7
- **Meleg érlelés:** a trágyát lazán rétegezve terítik le. Levegővel érintkezve megindul a lebomlás, a hőmérséklet pedig emelkedik, kb. 40°C-t elérve tömörítik a trágyát, így az oxidatív lebomlást megszakítják.
- **Forró érlelési eljárás:** lazán terítik a trágyát, és csak akkor tömörítik, ha eléri a 60°C-t. Ebben az esetben nagy a szerves anyag- és N-vesztés, de jobb a humifikálódás.
- **Metános erjesztés:** a trágyát zárt térben erjesztik a levegő teljes kizárásával. Nagymennyiségű metán keletkezik, ez felhasználható fűtésre (biogáz), a visszamaradó trágya minősége jobb, mint a hagyományos módon érleltéké.
- *Lapos trágyakezelés:* a telep egész területén szétterítik a trágyát, nagy felület érintkezik a levegővel, nagy a veszteség.
- **Szakaszos trágyakezelés:** trágyakazalban erjesztik a trágyát, amely kb. 4 m széles és 20-25 m hosszú. Magassága 3 m, de a leföldelés utáni érés során 3 hónap múlva 2,5 m-re csökken. A kazal fenekére 25-30 cm vastagon szalmát, tőzeget terítenek. A trágyát naponta hordják ki a kazalra, és 50-60 cm vastagon terítik el. Az újabb réteg 2-5 nap múlva kerül rá.

Az istállótrágya kb. 100 nap alatt beérik a trágyakazalban. Az érett istállótrágyában a C:N aránya 20:1. A trágyakazal csak akkor bontható meg, ha azonnal kihordják, a táblán szétterítik és alászántják. Ellenkező esetben jelentős veszteséggel kell számolni. A szervestrágyázás időpontja: nyár, nyár vége, ősz.

Istállótrágya adagok:

- 15 t/ha gyenge
- 30 t/ha közepes,
- 40 t/ha erős (5.1. táblázat).

Az adagot befolyásolja a talaj kötöttsége, az istállótrágya minősége és a növény trágyaigénye.

Figure 11.1. 5.1. táblázat. Az istállótrágya minősítése tápanyagtartalom alapján

TÁPANYAG	JÓ	KÖZEPES	GYENGE
N %	0,7-1,0	0,5-0,7	0,3-0,5
P ₂ O ₅ %	0,4-0,7	0,3-0,4	0,2-0,3
K ₂ O %	0,8-1,0	0,5-0,8	0,3-0,5
Szeves anyag %	18-22	15-18	10-15
C/N arány	15-20:1	20-25:1	25-30:1

Az istállótrágya hatása a talajban

Az istállótrágya fizikai hatása

Az istállótrágya javítja a talaj víz- és levegő-gazdálkodását, növeli a pórustérfogatot, továbbá a kedvező szerkezet kialakításában játszik szerepet. Lazítja a talajt. Kedvezően hat a talaj hőgazdálkodására is. Mindezek következtében fokozódik a terméshozam. A talaj fizikai állapotára gyakorolt kedvező hatás hosszú évekig tart.

Az istállótrágya kémiai hatása

10 t jól érett istállótrágyában átlag 50 kg N, 25 kg P és 60 kg K található, nagyrészt szerves kötésben. Legkönnyebben a kálium szabadul fel, a foszfor nehezebben. Az istállótrágya hatása az első évben a legnagyobb kb. 40-60 %, a második évben kb. 30-35 % és a harmadik évben kb. 10-20 %. A negyedik évben csak kötött talajokon van hatása kb. 5-10 %.

Az istállótrágya biológiai hatása

Kedvező életkörülményeket és bőséges tápanyagot biztosít a talajban élő mikroszervezeteknek. Az élénk baktériumélet eredményeként sok szén-dioxid szabadul fel a talajban, ami segíti a foszfátok feltáródását és a növények asszimilációs tevékenységét. A lebomlásokor sok serkentőanyag (auxin, hormonok) szabadul fel, amelyek a terméshozamot növelik.

Hígtrágya

A hígtrágya almozás nélküli állattartásnál keletkező folyékony halmazállapotú szerves trágya, amely bélsárból, vizelethiből és a trágya eltávolítására felhasznált vízből áll. A hígtrágya mennyisége függ az ürülékhez keveredő csurgalék-, mosó- és öblítővíz mennyiségétől. Az ürülék és a víz aránya meghaladja az 1:1-et.

Összetétele alapján a hígtrágya nem tekinthető szennyvíznek, értékes trágyaanyag. A hígtrágya azonban környezetszennyezővé válhat, ha nem ellenőrzött körülmények között juttatják ki. Felhasználatlanul szennyezi a levegőt, a vizet és fertőzési veszélyt jelent. A hígtrágya kezelése és felhasználása a mennyisége miatt jelent gondot.

Kezelés, tárolás

Az állattartó telepeken keletkező hígtrágya gyűjtésére és kezelésére hazánkban háromféle rendszert alkalmaznak.

- **Homogenizáló rendszerű trágyakezelés:** nagy előnye, hogy a hígtrágyát egységes anyagként kezeli. Hátránya, hogy speciális gépeket igényel. A hígtrágyát kevés kezeléssel és kis veszteséggel helyezik el.
- **Szétválasztáson alapuló hígtrágyakezelés:** a szilárd és a híg fázist külön kezelik. A szilárd és folyékony fázis szétválasztásának kétféle módja van, az üleptetés és a szűrés.

- **Előzetes tisztítás utáni hígtrágyakezelés:** ennek során oxidációs árokba vezetik a hígtrágyát. Az árokra merőlegesen elhelyezett lapátos kerék keveri, körbe áramoltatja és levegőzteti a hígtrágyát. Így aerob lebomlás megy végbe. A "tisztult" víz az árok túlfolyóján át az ülepitőbe jut, ahol az oxidációs árokban képződött iszap leülepedik, a tisztított vizet pedig fertőtlenítő aknákn keresztül eltávolítják. Az iszapot kavicságyra szivattyúzzák, itt kiszikkad, és ezután trágyaként juttatják ki.

Zöldtrágya

Valamely gazdasági növénynek még zöld állapotában, virágzás vagy bimbózás előtt, trágyázás céljából - teljes tömegében - való talajba dolgozását zöldtrágyázásnak nevezzük. A zöldtrágyázás tehát azt jelenti, hogy a még el nem halt, zöld, lédús, cukorban, keményítőben, fehérjében és nitrogénben gazdag, és csak kismértékben elfásodott növényeket a talajba bedolgozzuk, s ezzel együtt a növények élő gyökereit is elpusztítjuk (5.2. táblázat).

A zöldtrágyázás növeli a talaj szerves anyag- és tápanyagtartalmát, szerepe van az erózió és a defláció elleni védekezésben, de vannak nemkívánatos mellékhatásai is.

A zöldtrágyázás pozitív hatása:

- növeli a talaj N-tartalmát,
- növeli a talaj humusztartalmát,
- mérsékli az ásványi anyagok kimosódását,
- elősegíti a csapadékvíz hasznosulását,
- csökkenti az eróziót,
- árnyékoló hatása révén nedvességmegőrző és talajvédő hatást fejt ki,
- hozzájárul a morzsalékos talajszerkezet kialakulásához,
- lazítja a talajt és az altalajt,
- gyomirtó hatást fejt ki,
- hozzájárul a betegségek és kártevők elleni védekezéshez.

A zöldtrágyázás nemkívánatos mellékhatásai:

- melegben a túl intenzív talajművelés csökkenti a talaj humusztartalmát,
- ha aszályos területen rosszul választottuk meg a zöldtrágyanövényt, vagy túl sok nitrogént adagolunk, a nagy vízfogyasztás miatt sikertelen lesz a vetés,
- a zöldtrágyanövény helytelen megválasztása esetén elősegítheti a kártevők elszaporodását és betegségek megjelenését,
- a kemény héjú zöldtrágyanövények magjai elfeksznek a talajban, és kultúrgyomként éveken át kárt okoznak,
- ha túl nagy tömegű zöldtrágyát szántunk alá, vagy rosszul dolgozzuk be azt a talajba, akkor akadályozhatja a talajművelést és csökkentheti a következő növény hozamát.

A zöldtrágyázást megháláló talajok:

A zöldtrágyázást a különböző termőképességű talajok eltérő módon hálálják meg. Ennek figyelembevételével az alábbi talajokon van szerepe a zöldtrágyának:

1. laza és szerkezet nélküli, humuszban szegény homok és kovárványos barna erdőtalajokon,
2. kötött agyag- és szikes talajokon,

3. sekély termőrétegű erodált és heterogén talajokon

Zöldtrágyázásra azokat a növényeket termesztik, amelyek nagy zöldtömeget adnak, igénytelenek, gyors növekedésűek, egységnyi területre kevés vetőmag szükséges, vetőmagjuk olcsó. Leginkább elterjedt zöldtrágyanövény a csillagfürt, a somkóró, a napraforgó, a tavaszi búkköny, a szegletes lednek, a tavaszi repce, a fehér mustár, a szőszös búkköny. A pillangós virágú növények nagy N-tartalma egyenértékű 14 t/ha istállótrágyával, de hatása rövidebb idejű, mivel könnyen elbomlik. A zöldtrágyázás egyoldalú N-trágyázás, P, K kiegészítés szükséges.

Figure 11.2. A zöldtrágyázási módjai

1. FŐVETÉSŰ NÖVÉNY	2. MÁSODVETÉSŰ NÖVÉNY	
1.1 Élvelő pillangós 2. vagy 3. növedéke	2.1 Zöldtrágya növény	2.2 Zöldtakarmány növény
1.2 Fővetésű növény zöld mellékterméke. PL élő tarló, leveles répafej	Nyári másodvetések H. csillagfürt, perzsahere, olajretek, facélia	Áttelelő őszi másodvetésű zöldtakarmány növények Pl. rozsos szőszös búkköny, Legány-féle keverék, Keszthelyi keverék, Landsbergi keverék tarlómaradványai, általában csak öntözött területeken
1.3 Talajvédő zöld ugar	<i>Áttelelő őszi másodvetések</i> H. fehér somkóró, bíborhere	
Természetes (gyom, maghozás előtt)	Tavaszi vetésű növények H. napraforgó, öntözött szántóföldön	
Árvakelés (kalászos, szárazborsó)		
Őszi vetés: nem télálló (tavaszi növény vethető utána) télálló (őszi növény vethető utána)		
Tavaszi vetés (őszi, vagy következő évben tavaszi növény követheti)		
Alávetés (előveteménybe) EU talajvédelmi ajánlások		

Chapter 12. Precíziós mezőgazdaság

A termőhely alapos ismerete minden mezőgazdasági beavatkozás elengedhetetlen feltétele. A 1980-as évek iparszerű mezőgazdasága a birtokokat termelési blokkokba szervezte, amely a termőhely heterogenitását az akkori technikai lehetőségekhez képest is csak részben vette figyelembe. A magas termésátlagok elérését, a hatalmas külső energia-bevitel (üzemanyag, műtrágyák, növényvédőszeres stb.) romló hatékonysága mellett valósította meg. Az agrár-ökoszisztémában fel nem használt anyagok potenciálisan veszélyeztették a környezetet. Az energia- és környezeti válság, a romló mezőgazdasági hatékonyság, a csökkenő támogatások, valamint a Föld lakosságának és az éhező szegények rohamos növekedése rámutatott arra, hogy a mezőgazdaság globális válságban van.

A fentebb említett termelési válság kezelésében igazi áttörést az információs technológia (IT) megjelenése és tömegessé válása jelentette. Az információs technológia mezőgazdasági szakterületre történő leképeződése az ún. precíziós mezőgazdaság (precision agriculture). A precíziós mezőgazdaság lényegét a hagyományos termesztési eljárások, műveletek térbeli információkkal történő összekapcsolása jelenti (Pecze, 2001).

Növénytermesztési szempontból a precíziós mezőgazdaság magában foglalja (Győrffy, 2001 nyomán):

- a távérzékelést,
- a távérzékeléssel nyert adatok a térinformatika módszereivel történő felhasználását
- növényfaj, növényfajta-specifikus vetést,
 - tőszám (tőtáv, sortáv),
 - vetésmélység szabályozása
- állapotfelvételen alapuló növényápolást,
- az adott területre tápanyagkészlete, illetve a növényzet aktuális fejlettsége által meghatározott tápanyag-visszapótlást,
- az integrált növényvédelmet,
- termésmodellezést,
- statisztikai elemzések készítését

A fontosabb különbségeket a hagyományos és a precíziós gazdálkodás között az alábbi táblázat foglalja össze:

Figure 12.1. A fontosabb különbségeket a hagyományos és a precíziós gazdálkodás között az alábbi táblázat foglalja össze:

Hagyományos mezőgazdaság	Precíziós mezőgazdaság
kezelési és szervezési egység: a tábla, amelyet homogén termőhelyi adottságúnak fogadunk el	kezelési és szervezési egység: a termőhely , amelyet pontról pontra eltérőnek és „táblaszinten” heterogénnek fogadunk el
átlagolt mintavételvezéslésen alapuló tápanyag-gazdálkodás	műholdas helymeghatározáson és pontszerű mintavételvezéslésen alapuló tápanyag-gazdálkodás
átlagolt növényvédelmi kárfelvételvezéslés és beavatkozás	műholdas helymeghatározáson és pontszerű növényállapot-felmérésen alapuló növényvédelmi beavatkozások
vetés azonos tőszámmal és fajával	növényfaj, növényfajta-specifikus vetés
azonos gépüzemeltetési gyakorlat	termőhelyenként változó gépüzemeltetés
térben és időben egységes növényállomány	termőhelyi szinten homogén blokkokba szervezett egységes növényállomány
keves a döntés-előkészítést befolyásoló adat	sok a döntés-előkészítést befolyásoló adat

A hagyományos növénytermelésben a tábla a legkisebb egység. A műholdas helymeghatározás elterjedése lehetővé tette, hogy helyzetünk egy adott területen minden pillanatban és folyamatosan meghatározható legyen, így a táblaméretnél kisebb egységekben is lehetővé válnak különböző növénytermesztési beavatkozások. Lehetővé vált egy adott területen például az eltérő fizikai és kémiai talajadottságok (talajtermékenység tulajdonságok) figyelembe vétele, a gyomok, kórokozók, kártevők kártételének táblán belüli terjedésének nyomon követése.

A számítógépes infrastruktúra, illetve az annak segítségével létrehozott térinformatikai adatbázis (GIS: Geographic Information System – Földrajzi Információs rendszer) lehetővé teszi, hogy átfogó képet alakítsunk ki mezőgazdasági területeinkről; a megfelelő információk birtokában megalapozott gazdasági döntéseket hozunk. Az így meghozott döntések alapján lehetőség van egy adott terület változatosságát figyelembe vevő agrotechnikai beavatkozások megvalósítására.

A precíziós technológia alkalmazásával egy adott terület minden részén az optimális, illetve ahhoz közeli inputanyag-mennyiség (vetőmag, műtrágya, növényvédőszer) kijuttatása történhet meg, illetve olyan alkalmazkodó – az adott terület talajának fizikai és kémiai tulajdonságait szem előtt tartó - talajművelés végezhető, amely egyrészt jelentős költségmegtakarítást eredményez, másrészt pedig megakadályozza a terület indokolatlan környezeti terhelését.

A precíziós gazdálkodás lassú ütemben ugyan, de terjedőben van az egész világon. Lassú előretörését nemcsak a technika megvalósítás jelentős költségvonzata okozza, hanem az, hogy alkalmazása sok részterületre kiterjedő szakértelmet (informatikai, műszaki, növénytermesztési, agrokémiai, növényvédelmi, térképészeti stb.) igényel. Elterjedését továbbá az gátolja, hogy leendő alkalmazói számára egyelőre kevés a megbízható - többéves kísérletekkel alátámasztott - gyakorlati tapasztalat.

A precíziós gazdálkodás jövőbeni széleskörű elterjedését indokolja a környezetvédelem, a minőségi növényi termék-előállítás, termőföldjeink védelme és nem utolsósorban a költségek csökkentése, illetve a gazdasági hatékonyság növelése. A precíziós gazdálkodás során a termelés intenzitásának növekedésével egy időben csökken a környezetterhelés, illetve a csökkenő költségszint mellett javul a minőség. A precíziós gazdálkodási rendszer alkalmazása nagyobb területen - több ezer hektáron - is indokolt, mivel a fajlagos költségeket jelentősen csökkenti. Világossá vált, hogy napjainkra a precíziós gazdálkodás a fenntartható mezőgazdasági fejlődés egyik alapvető eszköze (Pecze, 2001)

1. Helymeghatározás

A precíziós (helyspecifikus) mezőgazdaság elsődleges célja a térben és időben megfelelő művelés megvalósítása, ezért a helymeghatározás pontossága elsődleges feladat.

A helyspecifikus mezőgazdaság nemcsak azt jelenti, hogy a mezőgazdasági gép pozícióját határozzuk meg, hanem azt is, hogy a különböző érzékelőkkel (szenzorokkal) gyűjtött adatok pontosan mely koordináták által

meghatározott helyről származnak. Így a szükséges beavatkozások meghatározását követően, visszatérve az adatgyűjtés helyére, pontosan az adott helyen végezzük el a szükséges műveletet. Jó példa erre a néhány másodpercenként gyűjtött hozam adatok alapján készíthető hozamtérkép, ami alapvető a precíziós gazdálkodás számára.

Az adatokat akár valós időben (real-time), akár utólag is feldolgozhatjuk (post processing). A helyspecifikusan gyűjtött adatok alapján az egyes jellemzők eddig ismeretlen kapcsolatrendszere is feltárható.

Az elmúlt években az európai Galileo program előfutáraként elindították az EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System) rendszert, amellyel a helymeghatározás pontosságát növelték. Az EGNOS műholdak a Földről „álló” helyzetűnek tűnnek, mivel geostacionárius pályán, azaz az egyenlítő fölött a Földdel megegyező szögsebességgel - mintegy 36.000 km magasságban - keringenek. Ezek az adatátviteli műholdak korrigált műholdas helyzet-meghatározó jeleket sugároznak a felhasználók felé (ilyen felhasználók az amerikai NAVSTAR GPS és az orosz GLONASSZ). Így gyakorlatilag átlagban $\pm 1-2$ méteres pontosságot lehet elérni 95%-os megbízhatóság mellett. Amennyiben a korrekciós jelek kimaradnak, a rendszer néhány másodpercen belül jelez, így a nem kellő pontosságú mérések elkerülhetők.

Valószínűsíthető, hogy hosszú távon a mezőgazdaságban általánosan el fognak terjedni a $\pm 2,5$ cm pontosságú RTK (Real-time Kinematic) helymeghatározó rendszerek. Ezekkel már mechanikus növényápolás, vetés, növényvédő szerek, illetve műtrágya kijuttatása is megoldható a jelenlegi manuális (kézi irányítású) pontossággal.

1.1. A műholdas helymeghatározó és navigációs rendszerek (GNSS)

A műholdas helymeghatározó és navigációs rendszerek, azaz a GNSS (Global Navigation Satellite Systems) napjainkig kizárólag katonai irányítás alatt állnak, amelyek szolgáltatásait kiterjesztették a polgári felhasználók körére is. Jelenleg az amerikai NAVSTAR GPS (aminek szinonimájaként terjedt el a rövidített GPS elnevezés), illetve az orosz GLONASSZ sugároz jeleket a polgári felhasználók felé. Az európai Galileo-rendszer célirányosan már a tervezési fázistól kezdve polgári használatra szánt és polgári szervezetek által felügyelt rendszer lesz.

Mindhárom rendszer esetében három alrendszert különböztetünk meg:

1. a műholdak alrendszere (űrszegmens),
2. a földi követőállomások alrendszere,
3. a felhasználók alrendszere (vevőberendezések).

A műholdak alrendszere (űrszegmens):

A műholdak alrendszerének tervezésekor elsősorban azt kellett figyelembe venni, hogy helymeghatározáshoz a földi vevőkészülékeknek legalább négy műhold jelét kell egyidejűleg befogni. Ezért a NAVSTAR GPS üzemeltetői 6 - betűvel megkülönböztetett - műholdpályára összesen 24 műholdat terveztek.

A GLONASSZ-rendszer űrszegmensét három műholdpályára tervezték, ahol mindegyik pályán nyolc műholdnak kellene keringeni, azonban jelenleg két pályán mindössze 15 műhold kering a Föld körül, tehát ez a rendszer önmagában még nem biztosít megbízható globális lefedettséget.

Az európai Galileo-rendszert szintén 3 műholdpályára tervezték, de az egyes műholdpályákon már 10 műhold fog keringeni - amelyek közül három tartalékként működik majd, ezzel biztosítva a teljes földi lefedettséget és a megbízható jelsugárzást. Az alábbi táblázat a három rendszer űrszegmensének legfontosabb adatait foglalja össze.

	NAVSTAR GPS	GLONASSZ	GALILEO
Tervezett műholdak száma	24	24	30
Műholdpályák száma	6	3	3
Pályánkénti műholdak száma	4	8	10
Megjegyzés	pótműholdakkal jelenleg 29 műhold	pénzügyi okokból 2 pályán összesen 15 műhold	3 tartalék műhold, várható megvalósulás: 2010-2011

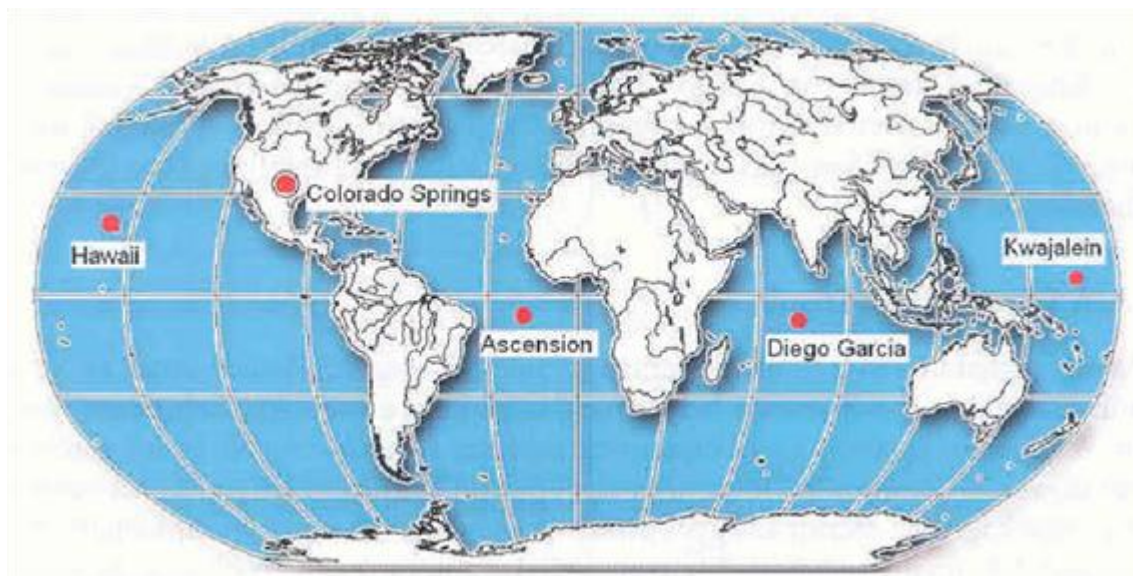
A földi követő állomások alrendszere:

Mindhárom rendszer esetében a földi követő állomások feladata, hogy vizsgálják (mérjék) a műholdpályák változásait, szinkronizálják és kalibrálják a műholdakon található órákat, illetve megbecsülik a következő 24 órára várható műholdpályát.

A NAVSTAR GPS esetében 5 földi követőállomás van, amelyek az egyenlítőhöz közel, egymástól nagyjából egyenlő távolságra helyezkednek el.

A GLONASSZ követőállomásai a volt Szovjetunió területén helyezkednek el. A követőállomások Szentpétervár, Ternopol, Jenyiszejszk és Komsomolszk-na Amure városok közelében találhatók. A Galileo-rendszer földi követőállomásainak nagy részét az Európai Űrügynökség (ESA - European Space Agency) üzemelteti. A földi követőállomások Kiruna (Svédország), Kourou (Francia Guayana), New Norcia (Ausztrália), Perth (Ausztrália), Redu (Belgium), Villafranca (Spanyolország) és Cebreros (Spanyolország) közelében találhatók.

Figure 12.2. A NAVSTAR GPS földi követőállomásai



A felhasználók alrendszere:

A helymeghatározási technika folyamatos fejlődésével egyre bővül azoknak a köre, akik valamilyen módon szeretnének a helyzet-meghatározáshoz műholdas segítséget igénybe venni. A felhasználói alrendszer helyzet-meghatározó eszközei csupán a jelek vételére alkalmasak, azaz a kommunikáció egyirányú.

2. A térinformatika (GIS) a precíziós mezőgazdaságban

Az információs rendszerek között kitüntetett szerepe van a térbeli adatokat feldolgozó térinformatikai rendszereknek. A térinformatikának nagy jelentősége van a természeti erőforrások kutatásában, állapotuk figyelésében, értékelésében, az ökológiai összefüggések feltárásában.

A térinformatikában összefonódik a több ezer évre visszatekintő térképészet, a pár száz éves múlttal rendelkező földtudományok és a néhány évtized óta létező számítástechnika. A térinformatika a modellalkotás, adatfeltöltés, megjelenítés, elemzés és a szimuláció eszközeivel segíti a döntéshozatalt. A térinformatika alapját a „szakértelem-adat-szoftver-hardver” négyes egysége adja.

A térinformatika egyrészt a technikát képviseli, ami az adatok megfelelően szervezett térbeli információs rendszerekben történő, térbelileg kezelhető tárolását biztosítja, másrészt egyre nagyobb mértékben teszi lehetővé az ezekben tárolt adatok széleskörű analízisét és feladat/felhasználó-specifikus szolgáltatását.

A térinformatikai modellezés alapja a térbeli információ adekvát (a lényegét pontosan tükröző) reprezentációja: a két leggyakoribb a raszteres és a vektoros adatmodell. A hagyományos tematikus (pl. talaj-) térképek digitális kódolására a legtöbb esetben vektormodellt alkalmazunk, míg a digitális képalkotó eszközök által szolgáltatott adatok, illetve a pontszerű adatok területi kiterjesztését megjelenítő interpolált térképek eredendően raszteres formátumúak. Mindkét adatmodell esetén központi szerepe van a térbeli információ felbontásának, információtartalmának.

2.1. Mintavételezési stratégiák

A környezeti változók térbeli kiterjedés-meghatározásának legfontosabb eleme az adatnyerés, amely a vizsgálati paraméter térbeli reprezentációjának meghatározását és térbeli lokalizációját jelenti. A térbeli mintázat megragadása adatnyerési szempontból elsődleges vagy másodlagos adatgyűjtés alapján lehetséges. Az elsődleges adatnyerés legfontosabb eleme a terepi adatgyűjtés, ami direkt adat-előállítást jelent, míg a másodlagos adatnyerés forrása valamely egyszer már felmért vagy összegyűjtött adat (legtöbbször térkép).

A térbeli mintavételezés lényege, hogy kijelöljük azokat a mintavételi helyeket a megfigyelési területen belül, ahol ha méréseket végzünk, az ottani mérési adatokból (minél megbízhatóbban) származtathatjuk az egész terület jellemzőit.

A mintavételezési stratégiák feldolgozásakor elsősorban a talajminta-vételi lehetőségeket kell megvizsgálni. A talaj vizsgálati eredmények hasznosíthatósága nagymértékben függ attól, hogy a talajminta milyen mértékben reprezentálja egy adott terület fizikai és kémiai paramétereit.

A talajminta -vételi stratégiák közül a precíziós mezőgazdaság helyspecifikus szemlélete miatt a véletlenszerű mintavételezés nem jöhet számításba.

A talaj rendkívüli változatossága miatt a gyakorlatban a talajanalízishez használt talajmennyiséget mintegy 20-25 minta vegyítésével gyűjtjük be. Nem mindegy azonban, hogy ezt a 20-25 mintát mekkora területről és milyen stratégia alapján gyűjtjük be.

A mintavételezési stratégiák a következők lehetnek:

Hagyományos (véletlenszerű) mintavételezés: A hagyományos módszer 5 hektáronkénti talajminta-vételt jelent, lehetőleg nem egy helyről, hanem mintegy 25 véletlenszerűen kiválasztott részminta gyűjtésével. Az egyes részminták összekeverésével képzett egységes minta alapján történt az analízis, majd erre épült a tábla homogén kezelése. Ez a mintavételezési stratégia lehetetlenné teszi a táblán belüli változatosság feltárását, nagy a véletlenszerű hibalehetőség, nem értékelhetők az egyes talajminta-vételi időpontok közötti változások, így a precíziós növénytermesztés számára ez a mintavételezési eljárás nem alkalmazható.

Jellemző (menedzsment) zónák menti mintavételezés:

A jellemző zónák alapján végzett mintavételezés szintén korábbi tapasztalatok alapján megállapított terület-egységekről veszi a talajmintát. A meghatározott zónákon belül a talajmintákat véletlenszerűen bárholnan vehetjük, hiszen ezek nem befolyásolják eltérő adatokkal az összesített minta értékeit. A menedzsment zónák a tábla egészét lefedik, így lehetővé válik a precíziós beavatkozás.

Kiválasztott jellemző területek szerinti mintavételezés:

Ez az eljárás korábbi tapasztalatokat figyelembe véve egyes területeket jelöl ki a táblán belül (pl. talajtérképek vagy korábbi hozam adatok alapján), esetleg direkt mintavételezést végez műholdképek alapján, majd minden alkalommal ezekre a kijelölt területekre tér vissza az újabb talajminta –vételekkel. Ezáltal lehetővé válik a változások nyomon követése az egyes területeken. A módszer hátránya, hogy nem nyújt teljes képet a tábláról, sok esetben a precíziós beavatkozás ez alapján nem végezhető el pontosan. A rendszer előnye, hogy idő- és költség-hatékony.

Mintavételezés rács mentén:

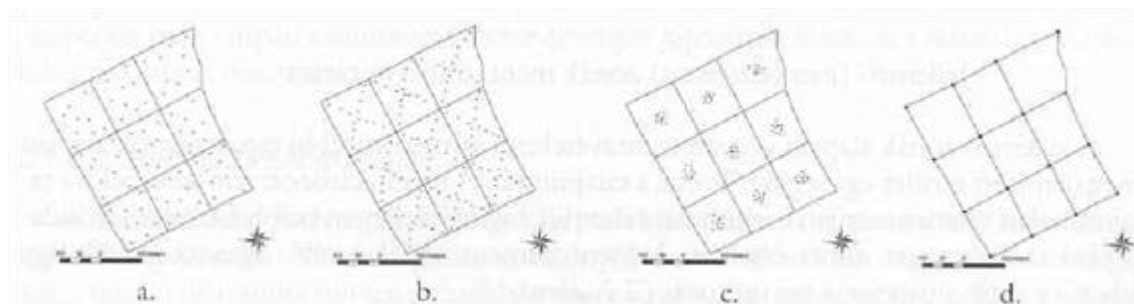
A rács menti mintavételezés a táblát ún. kezelési egységekre bontja, és feltételezi, hogy a kezelési egységen belül hasonló talajtulajdonsággal rendelkezik a terület. Kétségtelen, hogy a rács-mintavétel munka- és költségigényes, de a helyspecifikus beavatkozáshoz nélkülözhetetlen. Kiemelkedő előnye a rendszernek, hogy az egyes talajminta-vételi időpontok közötti adatok összehasonlíthatók, további lehetőséget biztosítva ezzel a különböző szempontok szerinti (tápanyag-ellátottság, környezetvédelem stb.) értékelésekre. A rács-mintavétel a táblát teljes mértékben lefedi, így nem marad bizonytalan terület a beavatkozás elvégzésekor.

A korszerű matematikai-statisztikai módszerek alapján (Fuzzy-logika és neurális hálók) bebizonyosodott, hogy a helyspecifikus növénytermesztés során a rácsnál ideális mérete az 50 x 50 méter (Mikéné Hegedűs F., 2006; Mesterházi P. Á., 2004).

A rács mentén történő mintavételezés további altípusai:

1. rácson belül véletlenszerűen
2. rácson belül átlósan
3. rács által határolt terület középpontjában véletlenszerűen
4. rácspontokban

Figure 12.3. A rács mentén történő mintavételezés altípusai



2.2. Távérzékelés

Távérzékelés alatt egyrészt azokat a vizsgálati módszereket értjük, melyek során a környezetünkről (leggyakrabban a földfelszínről) úgy gyűjtünk adatokat, hogy az adatgyűjtő berendezés (szenzor) nincs közvetlen fizikai kapcsolatban a vizsgált tárggyal vagy jelenséggel. A távérzékelés fogalmába a kapott adatok feldolgozása, annak technikai, szakmai háttere is beletartozik. A távérzékelés (remote sensing) kifejezés a földfelszín megfigyelő (pásztor vagy fényképező) műholdakra szerelt berendezések használatával terjedt el. A távérzékelés a térinformatikai adatnyerés egyik leghatékonyabb módszere.

A különböző hordozókon (repülőgép, helikopter, sárkányrepülő, műhold stb.) elhelyezett szenzorok a földfelszín és tárgyai által különböző hullámhosszon visszavert vagy kisugározott elektromágneses hullámok adatait gyűjtik, melyek megfelelő (kép)feldolgozás után információval szolgálnak a vizsgált területről. A feldolgozás során alapvető szerepe van a terepen mért referenciaadatoknak, ezek teszik lehetővé ugyanis az adatok értelmezését a teljes adatmezőre vonatkozóan.

A távérzékelés folyamán a megfigyelt felszínről az elektromágneses spektrum különböző mintázása alapján eltérő módokon gyűjthetünk információt.

A látható tartományban készített (pánkromatikus) felvételek nagyjából az emberi szem által is érzékelhető térbeli struktúrákat képezik le analóg módon, (fény)képi formátumban vagy digitálisan.

A perspektivikus torzításoktól mentes ortofotók és ortofotó-térképek egyesítik a hiteles térkép és a részletgazdag fénykép előnyös tulajdonságait, emiatt nagyon jól használhatók többek között a talaj, a felszíni víz és növényzet állapotfelméréséhez.

A többsávos légi- és űrfelvételek feladatfüggően kiválasztott sáv szélességű és -számú csatornán képezik le a földfelszínt.

A sávok számának ugrásszerű növekedésével, illetve ezzel párhuzamosan ezen sávok szélességének megfelelő mértékű csökkenésével ma már ún. hiperspektrális technológiáról beszélünk, mely nagyságrendekkel több információt képes szolgáltatni a környezetről. A hiperspektrális távérzékelés során felvett, csaknem folyamatos reflektancia spektrumok megfelelő spektrális adathalmaz-háttér segítségével lehetővé teszik az élettelen környezet és a növényzet aktuális állapotának és összetételének hatékony térképezését.

3. Az agrár-környezetgazdálkodást támogató informatikai rendszerek

A térinformatika alapú térbeli elemzések elvégzésének alapfeltétele a megfelelő szintű (léptékű) integrált térinformatikai rendszer kialakítása. A térinformatikai rendszer elemzési folyamataival együttesen módot adhat a jelenségek időbeni felismerésére, nyomonkövetésére, megelőzésére, csökkentésére és kiküszöbölésére.

A vidékfejlesztést és az agrár-környezetgazdálkodást támogató többszintű informatikai rendszer tematikus moduljainak legfontosabb elemei:

- földügyi ágazat nyilvántartási és topográfiai rendszerei,
- a távérzékelésen alapuló felszínborítás és kultúrnövény monitoring rendszer,
- a nagyléptékű térbeli talajinformációs rendszerek,
- a légifelvételezésen alapuló digitális térképfejlesztés-rendszer,
- valamint az agrár-támogatási irányítási és ellenőrzési rendszer.

A földügyi és az agrárágazat nyilvántartási (termelési, tulajdonosi, környezeti) rendszerei szorosan illeszkednek egymáshoz, illetve a környezeti nyilvántartási rendszerekhez, valamint a települések irányítási- és tervezési rendszereihez.

4. Aktuális földügyi és térinformatikai adatbázisok

Hazánkban mezőgazdálkodást egyéni gazdálkodók és mezőgazdasági tevékenységet folytató gazdálkodó szervezetek egyaránt végeznek. Az egyéni gazdaságok mezőgazdasági tevékenysége alapvetően saját föld használatára, vagy bérletre épül. Az ország termőterületének mintegy felét gazdálkodó szervezetek használják, ugyanakkor ezek közel harmada nem rendelkezik saját termőterülettel.

A gazdálkodás területi alapegysége a mezőgazdasági tábla, amelyet korábban homogén művelési egységként jellemeztek. Egyes táblák tulajdonilag nem egységesek, hiszen rendszerint több kataszteri egységből épülnek fel és több tulajdonosuk is lehet. Látható, hogy tábla közel sem állandó formáció, ezért sem a nyilvántartása, sem a táblához kapcsolódó egyéb (pl. táblatorzskönyvi) nyilvántartás nincs megfelelően kezelve.

A fent említettek nyomán hazánkban szükségessé vált egy egységes kataszteri rendszer kidolgozása. A TAKAROS projekt koncepció (Térképi Alapú Kataszteri Rendszer Országos Számítógépesítése) az akkori FVM földügyi szakág stratégiájának részeként valósult meg.

- koncepció első mérföldköve a TAKAROS-rendszer kifejlesztése volt (1997-2000), amely a körzeti földhivatalok támogató rendszere

- a második fázisban megtörtént az elkülönült földhivatali rendszerek összekapcsolása egy intranet létrehozásával (TAKARNET)
- A META (MEgyei TAKaros rendszer) pedig az átfogó TAKAROS fejlesztés utolsó lépése, mely a PHARE program és a magyar kormány közös finanszírozásában valósult meg

A Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer MePAR a mezőgazdasági és vidékfejlesztési célú területalapú kifizetések eljárásainak kizárólagos alapját képező digitális térinformatikai rendszer és adatbázis, melyben a területi azonosítás alapegységei a fizikai blokkok, térképhelyes légifelvétel vagy nagyon nagy felbontású űrfelvétel háttérrel megjelenítve.

A MePAR rendszerben a mezőgazdasági táblák nagyobb tömbökben, ún. fizikai blokkokban helyezkednek el. A fizikai blokk a mezőgazdasági művelés szempontjából időben állandó, a terepen azonosítható határokkal (pl.: utak, vasutak, csatorna, töltés, erdőszél stb.) rendelkezik, és többnyire azonos típusú művelés alatt lévő földterület (pl.: szántó, gyepléves, ültetvény, erdő stb.). Egy fizikai blokkban általában több mezőgazdasági tábla van, a blokk területét több gazdálkodó is művelheti. A blokkok országosan egyedi azonosítóval rendelkeznek, melynek segítségével azonnal lekérdezhető az összes olyan adat, ami egy blokkra vonatkozik (pl. hol helyezkedik el, mekkora a területe stb.).

A fizikai blokkokat az akkori Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (FVM), illetve az MVH megbízásából a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) alakította ki az egész országra. A fizikai blokkon belül a különböző mezőgazdasági művelések (pl. szántó, gyepléves, ültetvény, erdő, halastó, mozaikos művelés stb.), valamint a beépített és infrastruktúrájának használt területek vannak elkülönítve. A blokkot és belső, elkülönített részeinek határait korszerű eljárásokkal (légi- és űrfelvételek feldolgozásával) és helyszíni adatfelvételezéssel rögzítik.

A MePAR alapja a térképhelyes légifelvétel (ortofotó), amelyen vektoros állományban megjelenítve szerepelnek a fizikai blokkok és a területalapú, támogatásra nem jogosult területek határai, valamint attribútumként a fizikai blokkok egyedi azonosítói és támogatható területei. Az egész országot lefedő térképhelyes légifelvételek a „Magyarország Légifelmérése 2000” projektből származnak.

5. A precíziós mezőgazdasággal szemben támasztott agronómiai és környezetvédelmi elvárások – a jövőben megoldandó feladatok

Jelenleg a precíziós módszerek alkalmazásának leggyengébb pontja a megfelelő informatikai adatbázis kialakítása és annak működtetése. Vannak pozitív, sikeres területek, pl. a talajtérképek esetében, ezek azonban jórészt csak néhány paraméterre korlátozódnak, és nem fedik le az ország teljes területét. Nem megoldott ugyanakkor az aktuális adatok kezelése, pl. a meteorológiai jelenségek és azok hatásainak nyomonkövetése. Ugyancsak esetleges a növénytermesztési információk gyűjtése és kezelése (pl. fenológiai adatok, cönológiai állapot, epidémiák, gradációk stb.).

Lényegében megállapítható, hogy a GPS-rendszerek értékét a kapcsolódó GIS-szolgáltatás tartalma, színvonala és mindenekfelett kompatibilitása határozza meg.

A jelenleg elérhető térinformatikai rendszerek jóval több lehetőséget kínálnak, mint amennyit ma képesek vagyunk azokból hasznosítani. Ennek elsődleges oka az információs bázis heterogenitása, illetve a meglévő adatállomány elérhetőségének biztosítása.

A helyspecifikus alkalmazások jelenlegi eszköztára eléggé sajátos. Egyrészt csúcstechnológiát reprezentáló módszerek és eszközök használata, másrészt alkalmi - sokszor „barkácsszintű” - megoldások alkalmazásának az ötvözte jellemzi. Komoly problémát jelenthet az egymással nem kompatibilis rendszerek és eszközök használata. Az inkompatibilitást sok esetben a gyártó vagy forgalmazó szervezetek üzleti, iparjogvédelmi tevékenysége erősíti.

Az egyik legfontosabb elvárás a felhasználóbarát eszköztár megvalósítása, hiszen a mezőgazdasági munka jelentős részben nagy specifikus szaktudású, de alacsony képzettségű munkaerő felhasználásán alapszik. Ezen a területen viszont éppen az élő és variábilis természeti tényezők állandó döntést váró környezete más megoldást igényelne.

A precíziós technológiák egyik legproblematisabb pontja a növénytermesztési ismeretanyag megszerzése, és annak rendszerbe állítása. Az eddigi kutatások lényegében két növényfaj (őszi búza és a kukorica) termesztéséről, illetve azok technológiai beavatkozásokra adott élettani reakcióiról gyűjtöttek ismereteket. Szükséges lenne legalább a 12 nagyobb területen termesztett hazai növényfaj hasonló paramétereinek megismerése, továbbá egyes növényfajok esetében indokolt lenne a fajtaszintű információgyűjtés is.

Ma még kisebb jelentőségű, de a precíziós módszerek elterjedésével egyre fokozottabb lesz az igény a munkagép-vezérlési eszközök kialakítására. A jelenlegi gyakorlat szerint mindössze a különböző tápanyagellátó és növényvédő eszközök, főként a permetezőgépek kapcsolórendszerének, automatikájának területén mutathatunk fel eredményes fejlesztéseket. Figyelembe kell venni ugyanakkor, hogy a növénytermesztés eszköztárában a talajművelő gépektől egészen a betakarítás, a szállítás és a tárolás eszközparkjáig számos olyan berendezés van, amely igényelni fogja az azonnali, megfelelő reakcióidejű, pontos vezérlés műszaki megoldásait.

A precíziós eljárások alkalmazásának lényeges eleme kell legyen az adott agroökológiai egység – egy adott technológiai beavatkozás nyomán kialakult - környezeti állapotának felmérése. Pontos és meghatározott célú monitoring tevékenység, illetve az információk visszacsatolása és folyamatos értékelése nélkül a precíziós növénytermesztés csak „félmegoldást” jelent. A folyamatos környezetállapot-értékelés egyrészt biztosíthatja az adott agroökológiai egység anamnézisének (előéletét), továbbá hozzájárulhat a termesztett növényfaj fenológiai állapotának, a kezelésekre adott válaszához értelmezéséhez, adott esetben alapot teremtve a precíziós beavatkozás megváltoztatásához, módosításához.

6. Precíziós növényvédelem

A precíziós növénytermesztési módszerek alkalmazása új távlatok nyitott meg a növényvédelmi kutatásban és a gyakorlati növényvédelemben egyaránt. A precíziós növényvédelem úgy is felfogható, mint egy térinformatikára alapozott döntéstámogatási rendszer és gazdálkodási forma, amely figyelembe veszi a termőhelyen előforduló károsítók térbeli heterogenitását.

Mint ismeretes, a növényi károsítók egy adott területen (táblán) belül ritkán fordulnak elő és károsítanak homogén módon; megjelenésükre, elterjedésükre leginkább a heterogenitás a jellemző.

A precíziós növényvédelem célja a termőhelyen változatos képet mutató károsító szervezetek pontos felderítése, és olyan védekezési technológia alkalmazása, amely nyomon követi a heterogén előfordulást. Szélsőséges esetben a művelt terület egy jelentős részén nem, vagy csak a kártételi küszöb alatti mennyiségben található károsító, tehát lokálisan elmaradhat a védekezés. Ilyen döntések nagy költségmegtakarítással járhatnak, és jelentősen csökkenhet a környezet peszticid (növényvédőszer)-terhelése.

A növényi károsítók közül a növénykórtan fogalomkörébe és az állati kártevők csoportjába tartozó szervezetek térbeli és időbeli megjelenésére - néhány eset kivételével- a gyors, intenzív változás a jellemző, míg a gyomnövények az előzőekkel ellentétben viszonylagos stabilitást mutatnak a mezőgazdasági területeken.

A precíziós növényvédelem három fő tevékenységet foglal magában:

- a növényi károsítókkal és a növényvédelemmel kapcsolatos adatok és jelenségek nagypontosságú, folyamatos hely- és időmeghatározását,
- térinformatikai adatfeldolgozást és elemzést,
- magas szinten automatizált helyspecifikus, terepi munkavégzést

Aszerint, hogy ez a fenti három munkafolyamat időben és technikai eszközrendszerében együtt vagy elkülönülten valósul meg, beszélhetünk egyidejű (on-line, real-time) és eltérő idejű megvalósításról.

Az egyidejű módszer lényege, hogy az adatfelvételezés képi rögzítésen vagy egyéb detektáláson alapul, majd az adatelemzés és feldolgozás után azonnal létrejön az eredmény, a folyamatvezérlő parancs a védekezést végrehajtó eszköz számára. E módszer számos előnye közül ki kell emelni a teljes felületre vonatkozó felvételezést, mely azon túl, hogy alapot szolgáltat az egyidejű végrehajtás számára, a teljes területre vonatkozóan tájékoztat a károsítók előfordulásáról, és lehetővé teszi ennek az adathalmaznak az archiválását is.

A növényvédelmi gyakorlatban előfordulnak esetek, amikor a kivitelezéssel egyidőben nem felvételezhetők a károsítók (pl. preemergens gyomirtás), ezért a precíziós növényvédelem folyamatát adatbázis-építéssel kell kiegészíteni.

A jelenlegi károsító-felvételezési módszereink többsége nem alkalmas a precíziós növényvédelem kiszolgálására, mert a módszerek végrehajtása idő-, eszköz- és költségigényes, ugyanakkor a minták sűrűsége csupán reprezentatív jellegű.

A precíziós növényvédelem jövőbeni, széleskörű, gyakorlati elterjedését a mintavételi módszerfejlesztés sikere fogja meghatározni.

Egy precíziós növényvédelmi kezelés megvalósításának általános sémája:

- adatfelvételezés
- döntési logikai rendszer (algoritmus) felépítése
- kijuttatási eszközrendszer kiválasztása
- növényvédőszer kijuttatása

6.1. Precíziós gyomszabályozás

A precíziós gyomszabályozásnál figyelembe vesszük a gyomnövényzet faji és morfoökológiai csoportok szerinti összetételét a vizsgált területen. Nemcsak a vegyszeres gyomirtás szempontjai alapján végezzük vizsgálatainkat, hanem az integrált gyomszabályozás fogalmkörébe tartozó összes, nem vegyszeres (fizikai, mechanikai stb.) eljárásnál is. A folyamatvezérlésnél csaknem közömbös, hogy permetezőgépre, kaszáló berendezésre vagy éppen termikus eszközre irányul.

Általánosságban megállapítható, hogy a precíziós megoldások gyakorlati alkalmazásának akkor van értelme, ha a gyomelőfordulás heterogenitás miatt fennáll a lehetőség a kezelésekre lokális elhagyására.

Egyes kutatók mérései és megfigyelései az ország számos területén azt igazolták, hogy a kapás kultúrákban négyzetméterenként átlagosan 200-300 db gyomnövény-egyed lelhető fel, ami szántóterületeink nagy gyomosodási hajlamára utal.

A tág térállású, ún. kapás kultúrákban (kukorica, napraforgó, cukorrépa stb.) a fentiekben vázolt nagymértékű gyomosodás miatt lehetőség nyílik a precíziós gyomszabályozás alkalmazására.

A tág térállású kultúráknál a hazai gyakorlat nagy arányban alkalmazza a preemergens (vetés után-keelés előtt) gyomirtási módot, melynek hatásspektruma elsősorban a magról kelő egy- és kétszikű, morfo-ökológiai gyomcsoportra terjed ki. A preemergens alkalmazásnál a kezelést gyommentes talajon végzik, emiatt ebben az esetben nem detektálható a gyomfajok mennyiségi és minőségi (faji) előfordulása. A preemergens gyomirtási mód sikeres alkalmazása után már nem kell számolni a magról kelő gyomok hatalmas tömegével, de az évelő gyomfajok a preemergens kezelés ellenére is szabályos kör alakú vagy aggregált foltokban kihajtanak. Ebben az esetben, vagyis az évelő gyomok elleni posztemergens (állomány) kezelés tervezésében és végrehajtásában nagy szerepet kaphatnak a precíziós megoldások.

A gyomfelvételezések időpontjait az határozza meg, hogy mi a célunk a felvételezéssel. Amennyiben a posztemergens vegyszeres gyomirtási technológiákat szeretnénk pontosan megtervezni, javasolt a felvételezéseket az állománykezeléseket megelőzően elvégezni. Ha egy terület gyomflóra-összetételéről szeretnénk teljes körűen tájékozódni, akkor több időpontban is el kell végeznünk a felvételezéseket. Egy terület (tábla) gyomnövényzetének teljeskörű megismerése céljából a felvételezéseket gabona- és kapásnövény-szakaszban egyaránt végre kell hajtani.

Gabonaszakaszban a tavasz végi - nyár eleji felvételezés adja a legtöbb információt a terület gyomnövényzetéről. Gyakran javasolják a tarló-felvételezéseket is, ugyanis a tarlón sok nyárutói egyéves gyomfaj is kicsírázik, és emiatt a felvételezéseknek a következő évi kapásszakasz gyomnövényzetére vonatkozóan prognózis értéke van.

Kapásnövény-szakaszban a gyomfelvételezést nyár elején célszerű elvégezni. Ennek naptári ideje június végén - július elején van. Célszerűségi okok is ezt motiválják, ugyanis a magas növéssű kultúrákban ekkor még könnyedén lehet jární és tájékozódni (kukorica, napraforgó stb.).

A gyomfelvételezés során a gyomfajok alábbi ismérveit kell rögzíteni:

- átlagborítottságot
- előfordulási gyakoriságot
- dominancia-sorrendet
- morfoökológiai spektrumot
- életforma-megoszlást
- az egy- és kétszikű fajok arányát

A gyomirtás-tervezési folyamat lépései:

- a tábla határvonalainak felvétele GPS-szel
- mintakiosztási terv elkészítése
- mintaterék felkeresése
- gyomborítottság felvételezése
- technológiai variánsok értékelése, ökonómiai optimum meghatározása
- gyomirtási gépvezérlési program előállítása
- a kezelés végrehajtása
- utóellenőrzés, adatarchiválás

7. Precíziós talajművelés

Jelentős energia-, és anyagi megtakarítás érhető el a talajművelés helyspecifikussá tételével. Elsősorban a nagy energiaigényű beavatkozások (pl. lazítás) esetében fontos a művelés szükségességének megállapítása, a talajtömörödés felmérése a heterogenitásnak megfelelő léptékben.

A talajtömörödés az egyik leggyakoribb talajhiba, ami az esetek túlnyomó többségében technológiai, ill. művelési hibákra vezethető vissza. Annak ellenére, hogy a talajtömörödés jellegzetes, jól felismerhető tünetekkel jár (vízpangás, cserepesedés stb.), általában túl későn, már csak a növényállományban okozott tünetek jelentkezésekor ismerjük fel. A tömörödés mértékének és helyének ismerete alapvető fontosságú a tömörödés megszüntetéséhez és a helyspecifikus talajművelés megvalósításához.

A talajtömörödés mérésére napjainkra a penetrométeres mérési módszer terjedt el a leginkább. A talaj művelő eszközökön ébredő dinamikus erőhatások azonban jelentősen különböznek a penetrométerrel mérhető statikus erőktől. További hátránya a penetrométeres mérésnek, hogy pontszerű mérést jelent, vagyis a gyűjtött információ pontossága nagymértékben függ a mintapontok számától és elrendezésétől, nem beszélve arról, hogy nagyon munka- és időigényes.

8. Helyspecifikus kijuttatási technika

A „variable-rate application” (VRA) (változó alkalmazás) gyakorlatilag annak az eljárásnak a neve, melynek során a szaporítóanyagot, a műtrágyát, a növényvédőszer stb. a táblán belüli helyi igényeknek megfelelően juttatjuk ki. A technológiát, mely a VRA-t megvalósítja, változó (változtatható) kijuttatási technikának nevezzük.

A VRA eljárás lehet

- térképre alapozott VRA:
előre elkészített elektronikus térkép alapján történik a kijuttatás
- szenzor alapú VRA:
real-time szenzorok jelei alapján szabályozott kijuttatás

Egy szabályozott kijuttatásra alkalmas rendszer elemei:

- VRA-szenzorok
- pozicionáló rendszer
- jelfeldolgozó - szabályozó egység
- aktuátorok

VRA-szenzorok fajtái:

- észlelő
 - talaj- és növény szenzorok
- szabályozó
 - nyomásérzékelők
 - áramlásmérők
 - sebességmérő szenzorok

Az észlelő (talaj- és növény) VRA-szenzorok a következő tényezőket mérik:

- a talaj szervesanyag-tartalmát,
- a talaj nedvességtartalmát,
- a kultúrnövényekről és gyomokról való fényvisszaverődést
- a talaj tápanyag-ellátottságát

A fényvisszaverődés elvén működő szenzorok alkalmasak a talaj és a növényzet elkülönítésére. A talaj és a zöld növényi részek különböző hullámhosszon okoznak fényvisszaverődést (szelektív spektroszkópia). Hasonlóképpen a tápanyaghiányos vagy beteg növényekről az egészségesektől eltérő módon verődik vissza a fény.

A nyomásérzékelők permetezőgépeknél: olyan eszközök, amelyek a folyadéknyomással arányos elektromos jelet adnak. A nyomásérzékelő szenzorokat folyékony halmazállapotú anyagok kijuttatásakor alkalmazzuk adott folyadék nyomásának mérésére.

Az áramlásmérők adott keresztmetszeten időegység alatt átáramló folyadék mennyiséget mérik. Mérik a tömegáramot és térfogatáramot.

A sebességmérő szenzorok (tachométerek) valamely tengely forgási sebességét mérik. Az ilyen szenzorok megfelelnek egy tengely sebességének meghatározására, ám nem feltétlenül adnak pontos eredményt a haladási sebesség vonatkozásában, mert a kerék és a talaj érintkezésekor csúszás léphet fel. A radar, illetve ultrahangos sebességmérők rádió-, illetve hanghullámoknak a talajról történő visszaverődése alapján elvileg pontosabban mérik a haladási sebességet az esetleges csúszástól függetlenül, ugyanakkor alacsonyabb sebességtartományban a pontosságuk romlik, és a meglévő növényállomány szintén zavarhatja az érzékelést.

A jelfeldolgozó és szabályozó egység a kijuttatandó anyag mennyiségét határozza meg. Mikroprocesszorok segítségével veszi a szenzoroktól jövő jeleket, és kiszámítja az éppen kijuttatandó mennyiséget, menet közben,

egy tárolt algoritmus segítségével. Az algoritmus lényegében a szenzoroktól, illetve a térképről származó inputokat hasonlítja össze az outputtal.

Aktuátorok: a szabályozó egység jelére megfelelő válaszreakciót adnak (nyitnak-zárnak, tengelyt fordítanak stb.). Elektromos, pneumatikus vagy hidraulikus jelre reagálnak.

Chapter 13. A talajtermékenység megóvása. Talajvédelem, talajjavítás

Az eróziós károk és ezek jelentősége

50 millió m³ talaj pusztul le évente. Rendszerint a talajnak a legértékesebb rétegét a humuszban és a tápanyagokban viszonylag gazdagabb, finomabb szemcséjű alkotórészeit hordja le.

Magyarország jelentős területét (Stefanovits és Duck felmérése szerint **a szántóterületnek csaknem 40%-át érinti.**

Az erózió által veszélyeztetett terület nagyrésze máris a gyengén, közepesen vagy erősen erdált kategóriába tartozik.

Az eróziós veszélynek kitett területekről **évente kb. 50 millió m³ talaj pusztul le.** Más szerzők 90-100 millió m³-t is említenek. Ez kb. 40t/ha

Az eróziós veszélyeknek egy része érinti csak a mezőgazdaságot, másik részük az iparra, közlekedésre és a városi településekre is káros hatással van.

Közművek, csatornahálózatok stb. tisztítása, karbantartása évente sok millió Ft.

1 ha-on a talaj tömege: 30 cm vastagságban 40t/ha

100m x 100m x 0,3 m = 3000 m³ x 1,5 t/m³ = 4500 t talaj/ha t

talaj kb. 1%-a eltávozik (3 mm)

Az eróziós folyamatok közvetlen és közvetett kártételei a szakemberek óvatos becslése szerint belátható időn belül **1/4-1/3 részére volna csökkenthető, a talajvédő gazdálkodás még hatékonyabb módszereinek szélesebb körű bevezetésével.** Ehhez viszont a lejtős területen előforduló évi 45-50 t/ha-nyi hordalékot kb. 15 t/ha értékre kellene csökkenteni.

45-50 t/ha 15t/ha/év

Erózió és talajtermékenység összefüggése

Talajtermékenység: a talajnak ama belső, potenciális képessége, amely annak színvonalától függően különböző mértékben hasznosítja az alkalmazott természetvédelmi ráfordításokat és egyéb külső befolyásokat.

Az erózió kialakulása és formái

A vízerózió kialakulásának két elkülöníthető szakasza van. Az első lépésben a részecskék leválnak a talajközegről, és oldatfázisba kerülnek, a második lépésben a felszínen elfolyó vízzel együtt mozogva eredeti helyükről különböző távolságra mosódnak.

A csepperózió. A talajrészecskék leválasztásához szükséges erőt az esőcseppek becsapódási (kinetikai) energiája szolgáltatja. Az esőcsepp romboló erejét a következő összetevők befolyásolják:

- esőcsepp nagysága,
- az esőcsepp esési sebessége,
- az eső mennyisége és tartama.

Nagy intenzitású záporosók esetében a cseppnagyság elérheti az 5-8 millimétert, a becsapódási energia igen jelentős, sebessége az esőt kísérő szél erejétől függően elérheti a 900-1000 cm/s értéket. Poros vagy már eliszapolódott felület esetén a nagy energiával becsapódó csepp szétfröccsen, talajrészecskéket ragad magával, és azokat 50-100 cm távolságra is elmozdíthatja. Lejtős területen a felfröccsenő részecskék a lejtő irányába tesznek meg nagyobb utat. Az erózió első fázisát a talajtani, biológiai és a természetési tényezők is

nagymértékben befolyásolják. A talajmorzsák ellenálló képessége – tartóssága – nagymértékben függ a talaj genetikai típusától, a humusztartalomtól, a területen található növényzet összetételétől, a fedettség (borítottság) értékétől. A növényzet szerepe különösen jelentős, csökkenti a cseppek becsapódási energiáját, és jelentős mennyiségű vizet fog fel, tárolja, vagy késlelteti részvételét az erodálás folyamatában.

A lepel erózió. Amint a csapadék a talajfelszínt átmedvesíti, és rövidebb hosszabb idő alatt eliszapolja, a beszivárgás sebessége nem képes lépést tartani az eső intenzitásával. Sima felszínt feltételezve a felesleg lefelszerűen gyorsuló mozgásba kezd a lejtés irányába (81. ábra). Mozgási energiája a sebességének függvényében növekszik. A természetben a talaj felszíne csak kis felületeken egyenletes. A felszíni, kezdetben egyenletes vízlepel apró mélyedésekben összegyűlik, majd kisebb vízereket alkotva folyik a következő mélyedésig a lejtő irányába. Ekkor már a változó vastagságú vízlepel jelentős mennyiségű talajszemcsét tartalmaz. A modellkísérletek szerint az ilyen sűrű szuszpenziók erodáló hatása nagyobb, mint a tiszta vízé. A lepel erózió kifejlődését és mértékét döntően a következő tényezők határozzák meg:

- a beszivárgás sebessége,
- a talajfelszín mikrodomborzata,
- az eső intenzitása,
- a talajfelszín borítottsága zöld és elszáradt növényzettel.

81. ábra. Lepel erózió búzaföldön (Samu-Nagy Cecilia felvétele)

Barázdás erózió a lepel-eróziót szinte meghatározhatatlan átmenet nélkül követő mennyiségi és minőségi folyamat. Az összegyűlő erecskék, a felszíni akadályokat (barázdák, mélyedések) feltöltve és áttörve nagyobb erekbe – barázdákba – egyesülnek. A vízfolyások a természetes hajlatok vonalait követve koncentrálnak, tömegük egyesül, mozgási energiájuk a sodrási vonal mentén már jelentős. Hegy-völgy irányú művelés esetén a gyűjtőbarázda gyakran a traktorok keréknyoma. A barázdában egyesülő víztömeg egyre több talajt ragad magával, és szállít a völgyek irányába. Az erózió mértékét ebben a fázisban elsősorban a talaj víztelítettsége, a csapadék mennyisége és időtartama és a domborzati viszonyok (a lejtés meredeksége) befolyásolják. Az erózió nyomán keletkező barázdák mélysége általában a művelési mélységgel megegyező. A barázda bevágódását a művelés alsó határán jelentkező taposási kár, az ekevas munkája nyomán keletkező „eketalp betegség” vagy a tömődöttebb, az erózióknak jobban ellenálló B- szint állítja meg. A barázdás erózió nyomai még a talajművelő eszközök segítségével eltüntethetők, de a károk ismételt megjelenése esetén a termőképesség rohamosan csökken.

Árkos erózió, vízmosások. Az árkos erózió rendszerint a barázdák vízhozamának egyesülése nyomán, hosszabb lejtőszakaszokon, a felszín domborzatának kisebb vízgyűjtő medrein keletkezik. Az árkok mélysége (0,5-3 m) meghaladja a művelt talajszelvény vastagságát; bevágódik a talajszelvény B szintjébe. Az árkok a szántóföldi művelés gépeinek és eszközeinek átjárhatatlan akadályt jelentenek, megszüntetésük csak költséges tereprendezéssel valósítható meg. A vízmosások nagy területre kiterjedő vízgyűjtők, záporpatakok levezetői. Bevágódásuk és az úgynevezett „vízmosás fej” hátravágódása gyors romboló folyamat. A szakadékszerű terepakadály akadályozza a terület egységes művelését, és a tábla megközelíthetőségét. A vízmosások idővel völgyekké szélesednek, ekkor a völgyfenék stabilizálódik, gyors vízlevezetővé válik. Az árkos erózió és a vízmosások keletkezésében, az ismert eróziós feltételek mellett, a domborzat a meghatározó. Az árkos eróziót kiváltó elemek a következők:

- a lejtő (a lefolyási vonal) hosszúsága,
- a lejtő meredeksége,
- a lejtő típusa (domború, homorú, egyenes, lépcsős),
- a mikrodomborzat alakzatai.

A szedimentáció és az eutrofizáció. A szedimentáció, és az eutrofizáció végső soron a lejtős területen keletkező eróziós károk következménye. Az eróziót kiváltó víz mozgási energiája a lejtő alján a lecsökken, a szállított talajrészecskék lerakódnak (szedimentálódnak). Nagyobb eróziós kárt okozó csapadékok után jelentős terület iszapolódhat el, és ott növényzet is kipusztulhat. Az eutrofizáció az elfolyt vízben oldott tápanyagok káros hatása az élővizekben. A nagyobb mennyiségű oldott tápanyag az élővizekben a fotoszintézis és a respiráció arányát megbontva okoz súlyos környezetkárosodást.

Az erózió elleni védekezési eljárások

Hegyes dombvidékek sajátos gazdálkodási rendszere SZÁMOS bevált eljárás EGYÜTTES alkalmazásával.

Biológiai + Agrotechnikai + Műszaki

BIOLÓGIAI TALAJVÉDELEM

Élő szervezetek által kifejtett hatás.

- levegőgazd. javul
- szervesanyag tart. nő ERÓZIÓ csökk.

MÓDOZATAI

- Fásítás és Cserjésítés
- Gyepesítés
- Szántóf. vetésszerk.
- Talajvédő vetésforgók

Fásítás, cserjésítés

- Ernyőként védi a talajt
- Talaj átfagyást mérsékli, hóolvadást késlelteti
- Cserjesávok: szintén jól védik a talajt, árnyékolóvetületük kisebb. Kisebb a vízigényük vízszegény D-i lejtőkön.
- Mogyoró, galagonya, kökény, bodza, boróka, vadrózsa, málna, szeder

ÁLLANDÓ GYEP

Talajvédő hatás jelentős. Morzsaképződés.

- Gyephasználat módja:
 - Legelő
 - Rét
 - Kaszáló
- 17%-nál meredekebb lejtőn nem tanácsos legeltetni.
- 25%-nál meredekebb lejtőn csak kaszálóként
- Magasabb tarlót hagyni. kb. 12 cm.
- Nem túlterhelni.

SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYEK

- Talajvédő hatás eltérő.
 - Különböző növények talajvédő hatása
 - LEVÉLFELÜLET/m²
- Gyökérzet talajvédő hatása

- Tenyészterület nagysága
- Kettőstermesztés
 - Nem marad fedetlen a talaj.
- Növényápolási rendszer
- Talajfedettség időtartama
 - Évelő pillangósok 2-4 hó
 - Őszi kalászosok 8-9 hónap
 - Tavaszi kalászosok 4-5 hónap
- Talajvédő vetésforgó

Talajvédő vetésforgó

- Jó talajvédő hatású növények aránya min. 25%
- Rossz talajvédő hatású növények aránya max. 25%

Különleges talajvédő vetésforgó

Jó talajvédő hatású növények min. 5%

Példa fólián

Keretvetésforgó: nem növények szerepelnek, hanem növénycsoportok.

Változtatásokra ad lehetőséget.

AGROTECHNIKAI TALAJVÉDELEM

Max. ki kell használni a biológiai és agrotechnikai talajvédelmi eljárásokat. Termésfokozó hatásuk közvetlenül jelentkezik és olcsóbb. Műszaki talajvédelem: közvetett, drágább.

Eljárásai

- talajművelés
- trágyázás
- vetés
- növényápolás
- talajtakarás
- talajstabilizálás
- talajjavítás
- talajvédelmi gépesítés

Alkalmazhatóságuknak 2 feltétele van:

- Földrendezés
- Táblásítás

Földrendezés

Megállapítani: művelési ágak, az egyes művelési ágak területén a talajerózió nem egyformán károsít

Fontosabb követelmények

- - Az egyes területekre olyan művelési ág kerüljön, amely legjobban védi a talajt és egyben gazdaságos hasznosítást biztosít.
- A szántók lejtéviszonyai a legkedvezőbben alakuljanak
- Szántóf. hasznosítást mellőzni a 20%-nál meredekebb lejtőkön.
- Erdősíteni kell a 35%-nál meredekebb, ún. feltétlen erdőterületeket. Tanácsos a zárt erdőtelepítés a 25%-nál meredekebb lejtőkön, ahol a termőréteg már igen vékony vagy foltonként hiányzik.
- Az azonos művelési ágak ne legyenek elaprózva.

Táblásítás

Táblásításnak nevezik a szántó rendezését, közel azonos nagyságú táblákba való beosztását és utakkal ellátását.

Tábla: olyan természetes vagy mesterséges határokkal körülzárt kisebb vagy nagyobb terület, amely egységes művelésben részesíthető és amelyen nagyüzemi gazdálkodással csak egy növényt termesztnek. Nagytáblák nem mindig részesíthetők egységes művelésben, pl.

Kialakítását befolyásolhatják a tereptárgyak

- átművelhetők
- át nem művelhetők
- megszüntethetők
- meg nem szüntethetők

Hegy- és dombvidéki üzemekben kialakíthatók

1. Üzemi táblák Szél: hossz.:
2. Talajvédő táblák hossz: 3-10 x -ese a szélességnek

A hosszú oldalak általában íveltek.

A táblaszélesség kisebb hatások között változtatható:

- 5-21%-os lejtőkön 300-200 m
- 12-17% " 200-150 m
- 17-25% " 150-100 m

TALAJMŰVELÉS

Megfelelő talajművelés hatására 25-30%-kal csökkenhet az elfolyó víz mennyisége. Ez igen jelentős azért is, mert a talajvédő talajművelés nem igényel többlet ráfordítást, csak többlet szakértelmet.

SZÁNTÁS

Rétegvonalak menti

Beszegés nincs. Az ekét egyvonalban leereszteni és kiemelni. Iránya évenként nem változtatható. A barázdaszelet felfelé forgatása elengedhetetlen követelmény.

A lefelé forgatott barázdaszelet vízvisszatartó képessége 15-30%-kal kisebb. Váltva forgató eke kell.

Mélylazítás

20-30%-kal nő a talaj hézagterfogata. Iránya szintén közel vízszintes legyen. Gyepes vízlevezetők előtt ki kell emelni.

Magágykészítés eszközei

12%-nál meredekebb lejtőn már csak függesztett munkagépek használhatók. 12%-nál meredekebb lejtőn a tárcsásborona, 17%-nál meredekebb lejtőn pedig az egyirányú tárcsa használatát is kerüljük. Itt a porhanyításhoz ekét használjunk.

Talajművelési rendszer

A síkvidéki rendszer egyes eljárásait módosítani kell.

Az időben végzett tarlóhántás nem mellőzhető. A kalászosok alatt erősen összetömődött talajon jelentős csapadékmennyiség folyik el, és nagyobb nyári záporok barázdát, sőt árkos kimosást okozhatnak. Tábla lejtése jelentős

Kultivátorral és tárcsás boronával csak az igen enyhe lejtőkön tanácsos tarlót hántani, akkor is a rétegvonalak mentén járva a gépeket és ugyanilyen irányban azonnal gyűrűshengerezve a talajt.

10-12%-nál meredekebb lejtőkön a mélyebben dolgozó egyirányú tárcsa még használható.

Az ennél meredekebb lejtőkön a tarlótörés csak ekével végezhető el, 15-20 cm mélyen, mert a sekélyen porhanyított tarlót a nyári záporok lemosás.

Természetesen az egyirányú tárcsa és az eke után is azonnal gyűrűshengerezni kell.

Lejtős területen igen veszélyes a porhanyítások gyakori ismétlése.

Trágyázás

- Jellemző, sok tápanyag...
- kedvezőbb fizikai tulajdonságok
- több tarló- és gyökértömeg

Differenciált trágyázás

- Tápanyag 60-70%-a tábla felsőharmadán
- 30-40%-a tábla középső harmadán
- Alsó nem kap.

Szükséges a foltsz... tr. is az erodált részeken.

Vetés

5%-nál meredekebb területeken ajánlatos, 12%-nál meredekebbeken pedig kötelező a rétegvonalas vetés

Függesztett

Növényápolás

- Rétegvonalakkal párhuzamos
- Függesztett

Talajtakarás

szerves anyaggal borított talaj vízbefogadóképessége jobb, felszín jobban védett az esőcseppek romboló hatásáról.

- Műanyagok
- Zöldtrágyák

Talajfelszín stabilizálás

- Solakrol felszíni morzsaképződést segíti. Porfrakció jelentős részét a Palmasol már meglévő morzsákhoz tapasztja.

Talajjavítás szerepe az erózió elleni védekezésben

Célja: a kedvezőtlen kémiai és fizikai tulajdonságok megjavításával a biológiai folyamatok serkentése.

javításra szoruló talajok a hegy- és dombvidéki gazdaságokban:

- Savanyú erdőtalajok, meszezés
- Sekély termőrétegű, anyakőzetig lekopott

Talajvédelmi gépesítés

Hegymenetben teljesítmény vesztes

Súlypont. Veszély

Kétkerék meghajtású traktorok csak enyhe lejtőkön.

Lánctalpas. Hegy-völgy irányú műveletre megfelelőek.

Négykerék-meghajtású alacsony súlypontú traktorok felelnek meg a legjobban.

Munkagépek

- Függesztett
- Függesztett váltón forgató ekék

Talajjavítás

Talajjavításon azoknak az eljárásoknak az összeségét értjük, amelyek a talaj termékenységét tartósan növelik valamely talajhiba kiküszöbölésével vagy valamely eddig hiányzó kedvező talajtulajdonság létrehozásával.

Talajhiba: talajhibának nevezzük azokat a fizikai vagy kémiai jelenségeket, amelyek a talajok termékenységét nagymértékben csökkentik.

Pl. szikesség, savanyúság, gyökérszóna mélységében előforduló mészkő..., kavicsréteg vagy vashőfok, de a sekély termőrétegű talajok közül azok is, amelyek szelvényében a glejréteg vagy a tömör talaj...kőzet a felszínhez közel - 70 cm-nél közelebb - található.

A talajjavítás módja szerint lehet:

1. fizikai vagy mechanikai
2. kémiai
3. biológiai

A talajjavítás hatása a beavatkozás módjától függetlenül alakul, eszerint pl. a fizikai talajjavításnak lehet, sőt legtöbb esetben van is kémiai és biológiai következménye, ugyanúgy, mint a kémiai vagy biológiai javításnak fizikai, stb. hatása.

A talajjavítási eljárások nem határolhatók el úgysem a termékenység növelése céljából alkalmazott más eljárásoktól, így a talajműveléstől és a trágyázástól. A szántást pl. általában nem soroljuk a talajjavítás módjai közé, abban az esetben azonban, ha a szántást a szokásosnál jóval mélyebben végezzük talajhiba megszüntetése végett, akkor igen.

Így lehetséges 50-60-100 cm mélyen végzett szántás, melynek célja pl. vaskőfokszint feltörése, valamint a különböző értékű és egymást kiegészítő talajrétegek keverése, amelyet joggal nevezhetünk talajjavításnak.

Ilyen lehetne pl. az általánosan alkalmazott rigolszántás (szőlő, erdő, gyümölcsös telepítésnél)

Hasonló a helyzet az altalajlazítással is. Ha az ekére szerelt altalajlazítóval a barázdafenek tömődöttségét kívánják megszüntetni, nem nevezzük talajjavításnak. Ha azonban a talaj mélyebb rétegének fellazítása a cél, mint pl. pangóvizes, barna erdőtalajon, akkor a mély talajlazítást nem talajjavításnak mondjuk.

Ugyancsak talajjavításnak tekintjük azt az eljárást, amikor homoktalajok tömődöttségét kívánjuk megszüntetni mélyforgatással, akár kapcsoljuk ezt réteges homoktrágyázással, akár nem.

A homokjavítás egyben a másik átmenet elhatárolására is jó példát nyújt. Ha pl. az istállótrágyát a szokásos mélységbe szántjuk alá, vagyis a talaj szántott rétegébe 20-30 cm-nél nem mélyebben forgatjuk be, akkor az eljárást még trágyázásnak mondjuk. Ha ugyanazt az istállótrágya mennyiséget a homoktalaj mélyebb rétegébe 50-60 cm mélyre visszük be, akkor már talajjavításról, réteges homokjavításról beszélünk.

Még szemléletesebb példa a meszezés. A talajok meszezését, vagyis 5-10 t/ha színsavas mészt talajba vitelét talajjavításnak mondjuk ugyanúgy, mint a kisebb adagú 3-5 t/ha meszezést is, de 1 t/ha-nál kisebb adagok esetén már mésztrágyázásról beszélünk.

Nagyobb adagú mész: a talaj kémhatásának, szerkezetének, vízgazdálkodásának, művelhetőségének megváltoztatását célozza, a kisadagú hatóanyaggal pedig a növények kalciumigényét kívánjuk fedezni.

A példák mutatják, hogy éles határt vonni a talajjavítás és a trágyázás, valamint a talajművelés között nehéz és erőltetett volna, ezért általános megállapodásként azokat az eljárásokat soroljuk a talajjavításhoz, amelyek elsődrendű célja a talajhibák tartós megszüntetése, anélkül azonban, hogy ezek trágyahatását vagy a talajművelési állapot megváltoztatását vitatnánk. Sőt ezekkel is számolnunk kell, ha a talajjavítás hatását és a talaj termékenységének növelését vizsgáljuk.

Kémiai talajjavítás

E talajjavítási beavatkozások körébe azok vonhatók, amelyek eszköze valamely vegyi anyag vagy olyan a természetben fellelhető anyag, amelynek valamely alkotórésze a talajt kémiaileg átalakítja.

Tehát kémiai talajjavításnak nevezzük azokat az eljárásokat, amelyek a talajhibákat kémiai eszközökkel kívánják megszüntetni, illetve káros hatásukat csökkenteni. Ezt a mind fizikailag, mind kémiaileg kedvező állapotot akkor sikerül megteremteni, ha a talajkolloidokon adszorbált? kationok között a kalcium az uralkodó és a talaj majdnem telített. Ezt a kívánatos állapotot, vagyis a kalciumtalajt közelítjük meg a szikesek, a savanyú réti vagy erdőtalajok javításakor egyaránt.

A mechanikai talajjavítási eljárások elvi alapja nagyon sokrétű, a kémiai talajjavító módszerek bármely talajtípus megjavítását célozzák is, ugyanazt az eredményt és végállapotot kívánják elérni.

Következésképpen a kémiai talajjavításnak az eszközei is a kalciumionot tartalmazó anyagok sorából kerül ki.

A savanyú talajok javítása

A talajsavanyodás a legkiterjedtebb degradációs folyamat hazánkban. MARTH Péter és társai (1996) szerint Magyarországon a javításra szoruló mezőgazdasági terület mintegy 2,8 millió hektár, ezen belül a talajsavanyúság 2,2 millió ha-t érint. Nagyobb részben a Dunántúl nyugati és déli felében, az Északi-középhegységben, a Tisza és vízrendszeréhez tartozó folyók és a Rába stb. alluviális területein fordulnak elő.

Mivel a talajok savanyodását előidéző talajképző folyamatok és klimatikus hatások állandóan érvényesülnek, a talajokból jelentős mennyiségű kalcium távozik el. Mint MÁTÉ Ferenc 1997-ben megállapította, annak ellenére, hogy 1,3 millió ha részesült melioratív meszezésben, a savanyú területek részaránya – az eredeti állapothoz képest is – növekedett.

A talajsavanyúság kialakulása

A savanyodás alapvető oka minden esetben az, hogy a talajképződés során keletkező lúgos és semleges mállástermékek a talajszelvényből kilúgzódnak, így a talajban a savtermelő folyamatok kerülnek túlsúlyba. A befolyásoló tényezők a következők:

- Éghajlati tényezők. A fokozottabb csapadékoság mellett intenzívebbé válik a talajok kémiai mállása, a könnyen oldható mállástermékek kilúgzódása.
- A növényzet módosítja a kilúgozás mértékét. A lágyszárú füves vegetáció hatásával szemben a fás, erdős vegetáció alatt a biológiailag fontos elemek akkumulációja kisebb, ezáltal a talajok kilúgozási vesztesége és savanyodása intenzívebb.
- A táj domborzati és hidrológiai viszonyainak befolyása. Dombos, lejtős területen a talajba szivárgó víz mennyisége a felszíni elfolyási veszteség miatt kisebb, ezáltal a csapadékvíz kilúgzása is mérsékeltebb. Ezekben a talajokon a bázisokban vagy karbonátokban gazdag anyagok az eróziós pusztítás következtében felszín közelébe kerülve akadályozza a savanyodást. A talaj savanyodását és mértékét esetenként a folyók vízgyűjtő területének geológiai viszonyai is befolyásolják. A savanyú szilikátos hordalékok és mállástermékek alluviális lerakódásain ugyanis savanyú talajok alakulnak ki.
- A talajképző kőzet minősége is lényeges tényező. A savanyú, kvarcban gazdag kőzeteken savanyú talajok képződnek.
- A mezőgazdasági tevékenység befolyása jelentős. A talajok öntözése elősegíti a talajok kilúgzását, a növények felvétele szegényíti a talajok Ca-tartalmát. Egyes műtrágyák savanyító hatása vagy az intenzív műtrágyázás hozzájárulhat a talajsavanyúság kifejlődéséhez.

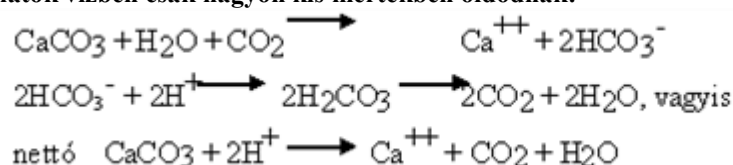
A meszezés és a kultúrnövények Ca-táplálása

A kalcium fontosságát a talajban és a növényben eltérően értékeljük. A gyakorlat oldaláról nézve a Ca-nak mint talajtrágyának van nagyobb jelentősége. A talajban a biológiai élethez, a morzsastabilitáshoz, a lebontó és építő folyamatok kedvező alakulásához lényegesen nagyobb Ca mennyiségre van szükség, mint amennyit a növények igényelnek életfolyamataikhoz. A meszezés tehát elsősorban talajtrágyázás. Ha segítségével a talaj Ca-háztartását rendben tartjuk, akkor a növény Ca-táplálkozását is biztosítjuk.

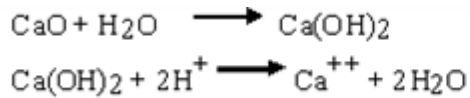
A meszezéssel egyrészt Ca-ionokat, másrészt alkalikus ható vegyületeket (Ca- vagy Mg-sókat) juttatunk a talajba. Az első behatásra a talaj Ca-koncentrációja, a másodikra a pH értéke emelkedik meg. Ezzel a két, egymástól alapjaiban különböző folyamattal tisztában kell lennünk. A Ca-ion-koncentráció gipsz- vagy mészsárlérom trágyázással növelhető, a pH-érték pedig alkáli-karbonátokkal. Az említett eljárások egyike sem meszezés.

A talaj pH-értékét és Ca-koncentrációját meszezéssel kell kedvező szinten tartani, mégpedig ún. "bázisosan hatékony mésszel". Ezen Ca- vagy Mg-karbonátokat, -oxidokat és szilikátokat értünk. A pH érték emelése nem mindig kívánatos. Így pl. alkálitalajok meliorációja során azért kell Ca-ionokat juttatni a talajba, hogy a K- és a Na-ionokat kiszorítsák a szorpciós komplexekből, de az egyébként is magas pH-t lehetőleg csökkenteni kell. Ilyenkor semleges hatású Ca-sóval, gipsszel trágyázunk.

A bázikus hatású meszezőanyagok között meg kell különböztetni a karbonátokat és az oxidokat. A karbonátok vízben csak nagyon kis mértékben oldódnak:



Az egyenletből látható, hogy a szénsavas méssznek a talajban történő átalakulása során H-ionok neutralizálódnak, és Ca-ionok szabadulnak fel. A vízben rosszul oldódó Ca-karbonát révén a szénsavas mésszel történt trágyázás csak lassan, de hosszabb időn át, tartósan érvényesül. A talaj pH-értéke sem változik ugrásszerűen. Ilyen lassú hatás olyankor kívánatos, amikor a talaj rosszul pufferolt, és már a kis mennyiségű gyorsan, bázikus ható trágyákra is érzékenyen reagál. A szénsavas meszet ezért elsősorban könnyű talajokon alkalmazzuk. Ezzel szemben az oxidok, mivel a vízzel hevesen reagálnak, nagyon gyorsan hatnak, vagyis:



A meszezés célja és módjai

Három fő cél különböztethető meg.

1. Melioratív meszezés

A természetes talajfejlődési folyamatok eredményeként az eredetileg, vagy a kilúgzás által a felső szintben savanyú kémhatású talajok kémiai javítása.

2. Fenntartó meszezés

A melioratív meszezés hatékonyságát fenntartó, a talajsavanyúság, illetve a Ca-hiány újbóli kialakulásának kisadagú meszezésekkel történő megakadályozása.

3. Mésztrágyázás

A rendszeresen művelt rétegében nem, vagy csak 1-2% CaCO_3 -ot tartalmazó talajok Ca ellátottságának javítása, a természetesi szempontból káros savanyúság kialakulásának megakadályozása, illetve a melioratív meszezést igénylő, de még nem javított talajok növényfiziológiai szempontból káros mérvű Ca-hiányának és savanyúságának csökkentése.

A meszezőanyag mennyiségének meghatározása

A savanyú talajok javítása hazánkban is, de még inkább külföldön jelentős múltra tekinthet vissza. Itthon a különböző célú meszezés adagjának meghatározására többféle módszert dolgoztak ki, amelyek elsősorban a hidrolitos aciditás (y_1) és az Arany-féle kötöttségi szám mérési eredményeire épülnek, egyes módszereknél a talajtípus és a pHKCl értékek figyelembevételével.

A talajjavító mészadag mennyiségének meghatározása

A javításhoz szükséges CaCO_3 mennyiség kiszámítására NYÍRI (1980) az alábbi módszert ajánlja:

- Váz-, barna erdő- és nyers és gyengén humuszos, kevés agyagtartalmú öntéstalajoknál:

$$\text{CaCO}_3 \text{ szükséglet t/ha} = y_1 \cdot 0,005 \text{ KA} \cdot 1,73$$

- Réti, öntésréti és lápos réti talajoknál:

$$\text{CaCO}_3 \text{ szükséglet t/ha} = y_1 \cdot 0,01 \text{ KA} \cdot 1,73$$

A MÉM NAK 1979-ben a kötöttségi számon alapuló szorzófaktort vezette be. A módszer a szántott réteg (0-30 cm) talajvizsgálati eredményein alapul: CaCO_3 szükséglet t/ha = $y_1 \cdot$ szorzófaktor

Arany-féle kötöttségi szám (KA)	Szorzófaktor
<30	0,35
30-37	0,50
37-42	0,70
42-50	0,90
50-60	1,00
60<	1,20

A módszer szerint barna erdőtalajoknál – a pszeudoglejes és podzolos talajok kivételével – a 30 kötöttségi (KA) szám felett a számított javítóanyag felét kell használni, vagyis

$$\text{CaCO}_3 \text{ szükséglet t/ha} = y_1 \cdot \text{szorzófaktor} / 2$$

A kötelező felezést a későbbiekben megszüntették, annak ellenére, hogy NYÍRI (1980) és BLASKÓ (1981) vizsgálatai szerint ezeken a talajokon a számított adag felével is kedvező eredményeket lehetett elérni.

Emellett szól az is, hogy nagy mészadag alkalmazásakor a Fe, B, Mn, Cu, Zn növények által felvehető formákká alakulhatnak, továbbá nő a kationcserélő kapacitás (V.ö. a Műtrágyázás fejezetben írtakkal).

Amennyiben a talajnak kicserélődési savanyúsága van, a kicserélődési aciditásnak (y_2) megfelelő talajjavítási értéket is figyelembe kell venni. Ekkor

CaCO_3 szükséglet t/ha = $(y_1 + y_2) \cdot \text{szorzófaktor}$

Savanyú talajok javítására használt anyagok

A savanyú talajok javítására használt anyagoknak két igényt kell kielégíteniük:

1. Ca-t kell minél nagyobb mennyiségben tartalmazniuk;
2. Lúgosító hatást kell kifejteniük.

Ennek a kettős feladatnak a gyakorlatban a következő anyagok felelnek meg:

- Mészköpor. Általában 95-98% CaCO_3 -t tartalmaz. Mésztofák vagy könnyen őrölhető mészkövek feldolgozásával állítják elő. Az őrlés finomsága jelentős mértékben befolyásolja hatását, ezért kívánatos, hogy vizes szuszpenziós anyaga legalább 80%-ban átmenjen a 0,2 mm-es szitán.

Oldhatósága függ a kristályosodás mértékétől, a kristályok méretétől, valamint attól, hogy tiszta kalcitból áll-e vagy aragonitot is tartalmaz. Több javítóanyag közti választás esetén ajánlatos az azonos szemcsenagyságú frakció oldhatóságát is meghatározni.

- Lápi vagy tavi mész. Tőzegtelepek fekéjében fordul elő, onnan kibányászva használják fel. Szárazanyag-tartalomra számítva majdnem tiszta szénsavas mészből áll, de a kitermelés körülményei miatt szállításkor mintegy 50% vizet tartalmaz. A víz mennyisége attól függ, hogy a nagy víztartalmú bányatermék meddig áll prizmákban, és milyen az időjárás szállításkor. Ezért elsősorban a javítóanyag víztartalmát kell ellenőrizni. A finom szemcséjű szénsavas mész mellett kvarchomokot vagy iszapszemcséket is tartalmazhat, amelyeknek javító hatásuk nincs ezért a sósavban nem oldható részek meghatározása is ajánlatos.

Általában finom szemcséjű, mert a tavi mész biogén eredetű, és jobban oldódik vízben vagy szénsavas vízben, mint az azonos szemcsenagyságú mészkőpor.

- Cukorgyári mézsiszap. A cukorgyártás mellékterméke; elhelyezése gondot okozna, ezért a felhasználása gazdasági és környezetvédelmi érdek. Hatóanyaga finom szemcséjű szénsavas mész. Általában 40-50% vízzel szállítják. Kiszórhatóságát a túl nagy nedvességtartalom rontja. A CaCO_3 oldhatósága jó. A keletkezési körülményei folytán olyan anyagokat is tartalmaz, amelyek a talaj termékenységére kedvezőek. Így tartalmaz néhány (5-6) százalék szerves anyagot, 1-2% foszfátot és mintegy 0,5% nitrogént.
- Égetett mész. Rendszerint a mészművek hulladék anyagának őrlése vagy levegőn való porlása útján jön létre. Hatóanyaga CaO , valamint különböző mennyiségű Ca(OH)_2 , esetleg CaCO_3 , attól függően, mennyi ideig és milyen körülmények között tárolták égetés után. Nedvességtartalma különböző. Maró hatása miatt a munkavédelmi előírásokat szigorúan be kell tartani.

Hatása függ a szemcsenagyságtól, de a porítás mértéke a kiszórhatóságot is befolyásolja. Őrlés nélküli felhasználása nem ajánlatos, mert a ki nem égetett mészkődarabok, vagy az el nem porlott mézsrögök hatástalanok. A túl finomra őrölt, szálló port tartalmazó anyag munkavédelmi okok miatt ugyancsak nem alkalmas talajjavításra.

- Ipari hulladékok. Az elegendő Ca-t tartalmazó és lúgosító hatású az anyagok használhatók fel. Ellenőrizni kell, hogy az ipari gyártás folyamán szennyeződtek-e a növényekre vagy a talaj mikroszervezeteire káros anyaggal. Az ipari hulladékok felhasználása talajjavításra célszerűnek tűnik. Ugyanakkor minden egyes terméknél körültekintően meg kell vizsgálni, hogy a várt kedvező hatást valamely kísérőanyag nem rontja-e le. A különböző salakok a felhasználható anyagok közé sorolhatók, mivel mikrotápanyag tartalmuk is hasznos lehet. Elsőrendűen fontos a szemcsék mérete, vagyis az őrlési finomság, amelyet az őrölt mészkőpornál előírt igényekhez kell szabni.

A melioratív meszezés ideje

A meszezés régóta megjelölt időszaka nyár közepétől – a korán lekerülő növények betakarításától – kezdődően az őszt végéig tart. Jórészt ekkor kerül a meszezésre sor, bár a talajjavítási technológia fejlődése lehetővé teszi a meszezés időszak kiterjesztését, szinte az egész évre.

A melioratív meszezés kivitelezése

A kiindulást a savanyú talajok kialakulásának törvényszerűségei, a kilúgzás, és az ionok lefelé irányuló mozgása jelentik.

A talajszelvény Ca-hiánya és savanyúsága a legfelső rétegben a legnagyobb ezért a meszezőanyagot is elsősorban ide kell juttatni. Számítani kell a meszezőanyagok folyamatos lefelé irányuló elmozdulására a talajban. Mivel a Ca hiányára érzékenyen reagáló növények már csíráállapotukban is igénylik a kalciumot, újabb ok a meszezőanyag felső rétegbe való juttatására.

A mélyben kötött, rossz vízáteresztő és levegőtlen savanyú talajokon a meszezés mellett, melioratív céllal, mélylazításra is szükség lehet. Abban az esetben, ha a meszezés és a mélylazítás együtt végezhető el – a természet növény betakarítását követő tarló állapottól kiindulva – a szakszerű technológiai sorrend az alábbi:

1. Megfelelő alacsony műveléskori talajnedvesség esetén a mélylazítás elvégzése.
2. A kémiai anyagok (műtrágyák, talajfertőtlenítő szerek stb.) talajba juttatása forgatással, valamint a szervestrágya kiszórása.
3. A talajnak a körülményekhez igazodóan (pl. humuszos réteg vastagsága, a kedvezőtlen kémiai és fizikai tulajdonságú rétegek jelenléte és mélysége, a talaj műveléskori nedvességtartalma stb.) megengedhető legmélyebb forgatása. A talaj meszezése előtt a mélyművelés azért szükséges, mert a meszezést követő egy-két évben – a meszezőanyag gyors mélyre jutásának késleltetése érdekében – sekélyebb, és lehetőleg forgatás nélküli művelésre kell törekedni. Vagyis a talaj meszezés előtti mélyművelésével a gyökérszónában olyan kedvező lazultságot kell létrehozni, amelynek hatástartama következő egy-két évben is megmarad.
4. A meszezőanyag egyenletes kijuttatása a szántott talaj felszínére.
5. A meszezőanyag talajvetőágykészítés, vetés. ba keverése minél sekélyebben, legfeljebb 10-12 cm mélyen. Lejtős területen az eróziós elhordás miatt kissé mélyebb lehet a bekeverés.
6. Vetőágykészítés, vetés.

A meszezőanyag talajba keverésére megfelelő eszközt a talaj állapota, nedvességtartalma határozza meg. A keverés legjobb a talajmaró és a tárcsa, lazább talajokon a különféle könnyű kombinátorok és felszínporhanyítók. Kutatások eredményei szerint a mélyben savanyú, kötött, tömődött és rossz vízáteresztő talajokban a meszezőanyag mélyebb rétegekbe történő mozgása lassú és csekély mértékű. Ugyanakkor a mélyben kötött és savanyú talajon a gyökérszóna aljáig (50-60 cm) kiterjedő meszezés növeli a termékenységet. Ez is indokolhatja a meszezőanyag mélyebb talajrétegbe juttatását.

A szikes talajok típusai

A szikes talajoknak négy alapvető típusa van:

1. Szoloncsák talajok

Szerkezete B-szint nélküli, ahol a feltalajban is felhalmozódó vízoldható Na sók okozzák a talaj szikességét.

2. Réti szolonyec talajok

Jellegzetes szerkezetű (oszlopos, prizmás) felhalmozódási szinttel rendelkező talajok, ahol a kolloidokon adszorbeált Na-ionok okozzák a szikességét. A kilúgozott feltalaj néhány cm-től néhány dm mélységig terjed.

3. Szoloncsák-szolonyec talajok

A két előző alaptípus bélyegeit (sós feltalaj, gyengén kifejlett B-szint, kicserélhető Na-tartalommal) együttesen mutató talajok.

4. Másodlagosan elszikesedett talajok

Emberi tevékenység hatására elszikesedett talajok, amelyek a szikesedés bélyegeit és az eredeti talajjellemzőket együttesen mutatják.

A szikes talajok javítási eljárásai

A szikes talaj javítása csak akkor lehet sikeres, ha a javítási módszer megválasztásakor figyelembe vesszük a szikes talajok sokféleségét és a javítás, a szikesedés okának megszüntetésére vagy legalábbis mérséklésére irányul.

A szikes talajok vízrendezése

A magyarországi szikes talajokban a sófelhalmozódás legfőbb forrása, a felszínközeli emelkedő sós talajvíz. A talajvíz felemelkedése és ezzel a szikesedés végérvényes megszüntetése olyan területeken, ahol talajvízszint emelkedési tendenciák hatnak, csak altalajcsövezéssel vagy nyílt árkos drénezéssel oldható meg teljes biztonsággal. A réti szolonyec típusú szikes talajok vízrendezésére NYIRI és FEHÉR kutatásai szerint az árokszűrőzéssel kombinált sekély drénezés (1-1,5 m mélységű) alkalmas, ahol a dréncső fölött olyan magasságú kavicsszűrő réteget alakítanak ki, hogy az mélylazítóval elérhető legyen. Az árokszűrő és a mélylazítás együttes alkalmazása lehetővé teszi, hogy vízvezetési kapcsolat alakuljon ki a talajfelszín és a dréncső között, és megoldható a talajvízszint szabályozása és a felszíni vizek elvezetése is.

A szántóhasználat érdekében szikes talajon végzett altalajcsövezés a jelenlegi és a közeljövő ökonómia körülményei között gazdaságosan nem hajtható végre. Ezért azokon a szikes talajokon, ahol a talajvíz szint jelenleg is gyakran magas (erre a felszíni réteg 0,2 %-nál nagyobb sótartalmából is következtetni lehet) a szántó hasznosítás érdekében végzett talajjavítás nem javasolható.

A szikes talajok többsége, a rossz vízáteresztő képessége következtében még olyan területeken is, ahol a talajvíz mélyebben van, felszíni vízborítástól is veszélyeztetett.

Belvízképződésre hajlamos talajon nélkülözhetetlen művelési eljárás a felszíni víz elvezetését biztosító felszínalakítás, amit a tervezett vízvezető vápa vonalában folyamatos szétszántással, vagy vetést követően a csatornanyitó eke használatával oldhatunk meg.

Szikes gyepterületeken a víz visszatartás válhat szükségessé, amelynek jól bevált módja a "skatulyázás" néven ismert eljárás, amikor a rétegvonalak mentén ekével létrehozott barázdákkal gátolt 150-200 m²-es parcellákat hoznak létre, amelyek megakadályozzák a felszíni víz elfolyását.

A szikes talajok művelése

Réti szolonyec típusú szikes talajon a forgatásos művelés nem lehet mélyebb a kilúgzott A-szint mélységénél. Ellenkező esetben a szántás felszínre hozza a szolonyeces B-szint anyagát, amely nagyobb agyag, kicserélhető nátrium és vízoldható humusztartalma miatt rendkívül kedvezőtlen kémiai és fizikai tulajdonságú, ezért itt különösen fontos a forgatás nélküli lazító eljárások alkalmazása.

SIPOS és munkatársai több kísérletben is kimutatták, hogy a mélylazítás önmagában is jelentős termésmenővelő tényező. Kísérleteik szerint e talajokon a mélylazítás 3-4 évenkénti megismétlése lenne kívánatos.

Fontos megemlíteni, hogy a jelenleg széleskörűen alkalmazott közép mélylazítók hatásukban nem helyettesítik a mélylazítót. A hazánkban szokásos csapadékmennyiség számára elegendő tárolókapacitás legalább 60 cm mélységig lazított, nagyobb összporozitású rétegben biztosítható.

A szikes talajok javítása

A szikes talajokat a talajvízzel való kapcsolat szempontjából SZABOLCS (1979) az alábbi csoportokba sorolta.

1. csoport: A talajvíz kapilláris emelkedéssel jelenleg is eléri a felszíni rétegeket, a felszíni réteg sótartalma 0,2 %-nál több. Az ide tartozó talajok csak drénezéssel, a sótartalom jó öntöző vízzel való kimosásával, valamint kémiai anyagokkal javíthatók.

2. csoport: A talajvíz csak időnként emelkedik a felszíni rétegekig. A felszíni réteg sótartalma 0,2 %-nál kevesebb. A drénezés nem mindig szükséges, a kémiai és mechanikai talajjavítás általában hatásos, de nedvesebb, magas talajvízállású években a növénytermesztés sikertelen lehet.
3. csoport: A talajvízszint süllyedési tendencia tartósan érvényesül. A felszíni rétegek sótartalma maradvány jellegű. A felhalmozódási szintek kicserélhető Na tartalma 10-15 %-nál kevesebb. A kilúgzott réteg vastagsága 15-20 cm-nél mélyebb. Altalaj-drénezés nem, de felszíni vízelvezetés szükséges, az olcsóbb kémiai és mechanikai talajjavítási eljárások sikeresen alkalmazhatók.

A szikes talajokat kémiai javítás szempontjából a felső szint mészállapota, és kémhatása alapján PRETTENHOFFER (1969) az alábbiakban csoportosította:

1. Mésztelen, savanyú semleges kémhatású szikes talajok. Meszezéssel, digó föld alkalmazásával javíthatók.
2. Mésztelen, gyengén lúgos kémhatású talajok. Mész és gipsz keverékével javíthatók.
3. Meszes, szódás szikesek. Megfelelő drénezés esetén, gipsszel, savakkal, kéntartalmú javítóanyagokkal javíthatók.

A szikes talajok sokfélesége miatt a javítóanyag meghatározásának módszere sem lehet egységes mindenütt. Az alkalmazható javítóanyagfélések eldöntéséhez szükség van a feltalaj kémhatásának és a mészmentes réteg mélységének ismeretére.

- 7,20 pH-ig, ha a karbonátos réteg 30 cm-nél mélyebben van: CaCO_3 -tartalmú javítóanyag (digó föld, mészkőpor, cukorgyári mésziszap, lápi mész) alkalmazható.
- 7,21-8,20 pH értékek között CaCO_3 és $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tartalmú kombinált javítóanyag alkalmazható. (A gipszből származó Ca aránya pH-tól függően 10-30 % között változik.)
- $\text{pH} > 8,21$: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , Fe_2SO_4 , $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ savak, lignit és más kéntartalmú anyag alkalmazására van szükség.

A javítóanyag mennyiségének meghatározása

- 7,2 pH érték alatti talajokon a savanyú réti talajokkal megegyező számítási eljárást alkalmazzuk:
 $\text{Mészszükséglet} = y_1 \cdot 0,1 \cdot \text{KA} \cdot 1,73$
- 7,21 – 8,20 pH tartományon belül a MEHLICH-módszerrel meghatározott kicserélhető Na-mal egyenértékű Ca mennyiséget adjuk a talajhoz.
- 8,21 pH érték fölött: A HERKE módszerével meghatározott kicserélhető + szóda formában levő Na-mal egyenértékű Ca-mennyiséggel számolunk.
- A javítóanyag mennyiségi számításhoz szükség van a javítandó réteg mélységének ismeretére.
- A talaj térfogattömegét 1,3 g/cm³-nek feltételezve 1 mé² Na kicserélésére 1 cm mélységben 65 kg/ha CaCO_3 , illetve 112 kg/ha $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -val számolunk.
- Kis só tartalmú talajokon (0,1 % alatt) alkalmazható a HERKE-féle ülepítési eljárás, amikor az 1:2,5 talaj:víz arányú talajszuszpenzióhoz növekvő mennyiségű javítóanyagot adunk és a sorozat azon tagját vesszük alapul, ahol a szuszpenzió kitisztul.

Chapter 14. Tápanyagellátás és földművelés

A trágyázás, tápanyagellátás, célja és jelentősége

A trágyázás, közvetlenül természetett növényeink tápanyagokkal való ellátását, közvetve a talajok termékenységének növelését szolgálja. A talajtermékenység fenntartásának és fokozásának módjait a földművelési rendszerek vizsgálata során ismerhetjük meg. E módszerek fejlődése alapvetően összefügg a társadalmi-gazdasági viszonyok előrehaladásával. A földművelési rendszerek fejlődését vizsgálva alapvetően három szakaszt különböztethetünk meg.

- Az első időszakot a talajhasznosítás alacsony színvonala jellemzi. Az agronómiai ismeretek még csak a tapasztalat szintjén állnak. Ez az első periódus a rabszolgatartó társadalmak idejére jellemző.
- A második szakasz a feudalizmus végéig tartott és a természettudományok lassú fejlődése volt megfigyelhető.
- A harmadik szakasz a kapitalizmus kialakulásával vette kezdetét. Ebben az időszakban a tudományok gyors fejlődésnek indultak, ami nagy hatással volt mind az ipar, mind a mezőgazdaság fejlődésére. Az ipari fejlesztések hatása intenzíven érezhető volt a mezőgazdaságban is.

A három szakaszban különböző fejlettségű földművelési rendszerek alakultak, amelyekben a talajtermékenység helyreállításának módozatai változtak. A korábbi rendszerekben a talajtermékenység helyreállítását a természeti folyamatokra bízták, a mai időszakban viszont főleg emberi tevékenység – trágyázás, műtrágyázás, öntözés, talajjavítás, stb. – révén történik a talaj termékenységének helyreállítása.

A hazai szakirodalom az alábbi földművelési rendszereket különbözteti meg: **1. parlagos, legelő-és erdőváltó, 2. ugaros, 3. vetésváltó, 4. füves, 5. szabad, illetve monokultúrás földművelési rendszer.**

Jelen fejezetben azokat a tápanyag visszapótlási módszereket foglaljuk össze, amelyeket az újabb földművelési rendszerek alkalmaznak (trágyázás, műtrágyázás), nem lebecsülve ezzel azokat a módszereket, amelyek az ún. ökológiai, alkalmazkodó, stb. gazdálkodási módszerek terjedésével előtérbe, vagy ismét előtérbe kerülnek. Meggyőződésünk ugyanis, hogy csak az eddigi ismereteket magasabb szinten integrálva alakíthatunk ki olyan tápanyag-visszapótlási és talajtermékenység fenntartó rendszert, amely a korszerű termelési követelményeknek és az ökológiai elvárásoknak egyaránt megfelel.

A jó termékenységű talajok tulajdonságai

A talajok nagymértékben különböznek abban a tekintetben, hogy mennyire tudják kielégíteni a növények igényeit. A legtöbb talaj természetes termékenysége csak mérsékelt hozamok elérésére elegendő, de nagymértékben javítható különböző termékenységet növelő beavatkozások alkalmazásával. A sikeres gazdálkodás tekintetében a talajok természetes termékenysége gyakran kevésbé fontos, mint a limitáló tényezők megszűnté után kialakuló termékenységük. Ennek következtében számos lehetőség kínálkozik a talajok termékenységének növelésére.

A talajok termékenysége számos összetevő eredőjeként alakul ki, amelyek elsősorban a következő tulajdonságokban jelölhetők meg:

- a talajréteg mélysége (meghatározza a talajtérfogatot, amely rendelkezésre áll a gyökérrendszer számára). A legtöbb szántóföldi növényünk számára szükséges kb. 1 m vastag talajréteg, amelyben a gyökérfejlődést gátló rétegek nem fordulnak elő.
- talajszerkezet. A szerkezettől függően alakul a talajpórusok mérete és megoszlása, amely meghatározó a gyökerek víz- és levegő ellátottsága szempontjából.
- a talaj kémhatása. A talajban lezajló kémiai- és tápanyag átalakulási folyamatok szabályozója és indikátora.
- a talaj tápanyagtartalma, amely a tápanyagok különböző mértékben felvehető frakcióit foglalja magában.

- tápanyag raktározó képesség. A talaj azon képessége, hogy felvehető formában tárolja a trágyákból származó és a nehezebben felvehető frakciókból felszabaduló tápanyagokat.
- humusztartalom és minőség.
- a talajlakó szervezetek kellő számban való jelenléte, amely a hatékony tápanyag átalakulási folyamatokat biztosítja.
- a talajban levő toxikus anyagok alacsony szintje (pl. magas sótartalom a szikes talajokban, szélsőségesen savanyú talajokban előforduló Al, emberi tevékenység következtében létrejövő szennyeződés).

A termékeny talaj a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- mobilizálja a tartalék tápanyagokat,
- a trágyák tápanyagait könnyen felvehető formába alakítja át,
- elegendő erővel köti a könnyen felvehető frakciókat ahhoz, hogy megvédje őket a kimosódástól,
- önszabályozó képessége révén kiegyensúlyozott tápanyag ellátást biztosít,
- elegendő mennyiségű vizet tárol és biztosít a növények számára,
- jó víz-levegő arányt tart fenn a gyökerek számára,
- nem köti meg a tápanyagokat nehezen felvehető formában.

A trágyák csoportosítása és az érvényesülésüket befolyásoló tényezők

A trágyák csoportosítása

Tágabb értelemben trágyának nevezzük mindazokat az anyagokat, amelyek a talaj termékenységét növelik.

Ennek alapján megkülönböztetünk:

- **közvetlen trágyákat**, amelyek a növények tápanyagszükségletét elégítik ki,
- **közvetett vagy talajtrágyákat**, amelyek a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak javításán keresztül fejtik ki hatásukat.

Eredetük szerint megkülönböztetünk:

- **szerves trágyákat**, amelyek növényi vagy állati eredetűek, és főként a mezőgazdasági tevékenység során keletkeznek,
- **műtrágyákat** vagy szervetlen trágyákat, amelyeket a természetben előforduló nyersanyagokból kémiai szintézissel vagy átalakítással gyártanak.

A trágyák érvényesülését befolyásoló tényezők A trágyázás tervezéséhez és hatásának értékeléséhez szükséges néhány fogalom megismerése, amely a talajok tápanyagtartalmával, illetve a tápanyagok felvételét befolyásoló tulajdonságokkal kapcsolatosak.

- **Tápanyagtőke:** a talajban levő tápanyagok teljes mennyisége. Értékét megtudhatjuk adott talajminta teljes elroncsolásával, és anyagának meghatározásával.
- **Felvehető tápanyagtartalom:** a növények által felvehető tápanyagok mennyisége.

A tápanyagok különböző formákban, kémiaiilag és biológiaiilag kötötten található meg a talajokban. Általában a következő tápanyagformákat különböztetik meg:

- **Oldható tápanyagok.** Kémiai vizsgálatok során vízben, híg sóoldatokban vagy savakban oldódnak. Több olyan kioldási módszer terjedt el a gyakorlatban (AL, EDTA), amelyek a növények által felvehetőnek ítélt mennyiség meghatározását célozzák.

- **Kicserélhető tápanyagok.** A kicserélhető tápanyagok közé tartoznak a kolloidokon adszorbeált fém kationok és az NH_4^+ -ion. A kolloidokon adszorbeált kationok kationcsere folyamatokban kicserélhetők, ezért kicserélhető kationoknak nevezzük őket. A kicserélhető kationok és a talajoldat kationjai között egyensúly áll be. A növények csak az oldható és a kicserélhető tápanyagokat tudják közvetlenül hasznosítani. A tápanyagok legnagyobb része azonban nem így, hanem nehezen oldható szervetlen vagy szerves vegyületek alakjában van jelen a talajban. Ezek csak fizikai-kémiai mállás, illetve a szerves anyag elbontása után hozzáférhetők. A természetes tápanyag-utánpótlást tehát egyrészt a mállási folyamatok, másrészt a szerves anyagok ásványosodása, mineralizációja biztosítja. Ez utóbbi a mikroszervezetek közreműködésével játszódik le. A talajokban a nehezen oldható készletek mobilizációjával párhuzamosan, mindig előfordul tápanyaglekötődés is.
- **Biológiailag kötött tápanyagok.** Ide tartoznak a gyökérmaradványok, szervestrágyák, egyéb szerves anyagok, amelyek mikrobiológiai tevékenység révén válnak újra szabaddá. Biológiailag megkötött tápanyagnak tekintjük a mikrobák által ideiglenesen megkötött tápanyagokat is (pl. pentozánhatás).
- **Fixált tápanyagok.** A háromrétegű agyagásványok rétegrácsaik között ionokat zárhatnak be, amelyek csak az ásvány rács szerkezetének megomlása után válnak ismét szabaddá. Jellemző a háromrétegű agyagásványok K^+ -és NH_4^+ - ion fixációja.

A legfontosabb tápelemek előfordulása és szerepe a talajban és a növényben

Makroelemek

Nitrogén

A nitrogén az élő szervezetekben előforduló proteinek és proteidek legfontosabb anyaga. Már a múlt században felismerték, hogy a növényi anyagok legnagyobb része tartalmaz nitrogént. A tápanyagok közül a nitrogén a legfontosabb termésmeghatározó tényező.

Az ásványi talajok N-tartalma 0,02 – 0,4 % között változik. A magasabbrendű növények szén szempontjából autotrofok, a N tekintetében ez nincs így. A földi élet számára a N-tartalékot a légköri N jelenti, amely csak kétféle módon léphet be a biológiai körforgásba. Az elsődleges és természetes módot a mikrobiális N-kötés jelenti, a másik lehetséges módozat az ipari műtrágyagyártás.

A N-körforgás a természetben három lépcsőben zajlik:

- N-megkötés
- Nitrifikálás
- Denitrifikálás

N-megkötés

A légköri N mikrobiális megkötése szabadon és szimbiózisban élő N-kötő mikroorganizmusok végzik. A szabadon élő N-kötő fajok közül az *Azotobacter chroococcum* és az *Azotomas insolita* fajok aerobok, míg a *Clostridium* fajok anaerob viszonyok között fejtik ki tevékenységüket. A szabadon élő N-kötő baktériumok által megkötött N-mennyisége nem túl jelentős, különböző mérések és becslések szerint kb. 20-40 kg/ha/év lehet az általuk a légkörből fixált N mennyisége.

A szabadon élőknel jóval nagyobb jelentőséggel bírnak a pillangós növényekkel szimbiózisban élő N-kötő baktériumok. A szimbiotikus N-kötők a különböző *Rhizobium* fajok. Az egyes *Rhizobium* fajok csak meghatározott pillangós fajokkal élnek szimbiózisban. Ennek megfelelően a jelenleg ismert 16 gyökérgümőképző baktériumtörzset 6 csoportba soroljuk:

1. Borsócsoport (borsó, lóbab, bükköny, lencse)
2. Herecsoport (*Trifolium* fajok)
3. Csillagfürtcsoport (*Lupinus*, *Ornithopus* nemzetség)
4. *Medicago*-csoport (lucerna, somkóró)

5. Phaseolus-csoport (Phaseolus babok)

6. Szójacsoport

A különböző N-vegyületek (karbamid, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺) gátolják a N kötést, mivel blokkolják a nitrogénátszintézist.

A N-kötő baktériumok a savanyú kémhatást nem kedvelik, legjobban semleges pH mellett dolgoznak. Bebizonyították, hogy a szimbiózisban és a szabadon élő baktériumok azonos fiziológiai mechanizmus révén kötik meg a N-t, amelyben a nitrogénáz enzim játssza a fő szerepet. A nitrogénáz enzim működéséhez Mo-re van szükség, ezzel magyarázható, hogy a Rhizobium baktériumokkal szimbiózisban élő növényeket általában jelentős Mo igényvel rendelkező növényeknek tartjuk. A Mo mellett Co-ra is szükség van a N-kötés folyamatához. A mikroszervezetek által kötött N ammónia formájában kapcsolódik a szénláncokhoz. Legtöbb esetben glutaminsav, aszparaginsav vagy alanin képződik.

Prjanisnyikov fogalmazta meg, hogy az „ammónia a növény N-anyagcseréjének alfája és omegája”, vagyis vele kezdődik és végződik bármely növényben a N-anyagcsere folyamata.

Nitrifikálás

A talajban, illetve a növényi maradványokban és trágyákban levő N-vegyületek a mikroszervezetek révén szerves formákká alakulnak, az alábbi folyamatok révén:

Aminizáció: szerves-N → R-NH₂

Ammonifikáció: R-NH₂ → NH₄⁺

Nitrifikáció: NH₄⁺ → NO₂⁻ → NO₃⁻

A mineralizáció révén mobilizálódó N éves szinten elérheti a szerves N-tartalom 1-2 %-át. A N-mobilizáció mértékét befolyásolja a C/N arány. A N immobilizációja általában C/N ≥ 30-nél következik be.

C/N arány

A szén-nitrogén arány a szerves anyagok kémiai összetételének azon mutatója, amely jelzi, hogy az illető szerves anyag elemi összetételében 1 rész szénre hány rész nitrogén jut. A C/N arány a nitrogéntartalmú szerves anyagok lebontása és a felszabaduló ammónia hasznosulása szempontjából rendkívül fontos jellemző. A talajban lebontásra kerülő legtöbb növényi maradvány nagy mennyiségű összetett szénhidrátot, főképp cellulózt tartalmaz, ezért a lebontási folyamatok túlnyomó részét a cellulózbontás jelenti. Ha a talajban levő szerves anyag C/N aránya >20, akkor a szénhidrátbontó baktériumok gyorsan elszaporodnak, és a fehérje elbontásából származó ammóniát testük felépítésére használják fel, elvonva ezáltal azt a növények elől. A baktériumok testébe beépített N, majd csak pusztulásuk és testállományuk elbontása után áll ismét kultúrnövényeink rendelkezésére. Ezt jelenti a N immobilizációja, amelyet káros szénhidráthatásnak is neveznek. Korábban káros pentozánhatás névvel illették, mivel a folyamatot az öt szénatomos cukrokat – pentózokat – tartalmazó vegyületekkel hozták összefüggésbe. Később beigazolódott, hogy a folyamat egyéb nitrogénben szegény szerves anyagok hatására is bekövetkezik. Néhány jellemző C/N arány: jól kezelt istállótrágya 20/1, pillangós növények tarló- és gyökérmaradványai 18/1, gabonafélék maradványai 50-70/1.

Denitrifikáció

A denitrifikáció folytán N-veszteség áll elő, amely akár 15-30% is lehet. A nitrit → nitrát → ammónia → molekuláris N átalakulási folyamaton keresztül a szimbiotikus vagy ipari úton megkötött N visszakerül a légkörbe, amely a körforgalom előzőekben tárgyalt folyamatai segítségével válhat csak újra felhasználhatóvá a növények számára. A denitrifikáció a nitrát-N redukciós folyamata, amelynek eredménye gáz alakú N (N₂) kiválása. A folyamatot az ún. denitrifikáló baktériumok végzik. Akkor intenzív, ha a talajban nincs levegő, a talaj semleges vagy gyengén lúgos kémhatású és sok szervesanyagot tartalmaz. Ilyenkor a baktériumok a szervesanyag oxidálásához a nitrátok oxigénjét használják fel.

N-hiány és –többlet a növényekben

A N-hiány tünetei korán és egyértelműen jelentkeznek. A növény nem éri el a normális nagyságot, törpenövés figyelhető meg. Jellemző tünet az ún. merevtartás, amely általában nemcsak a száron, hanem a leveleken is

megnyilvánul. A N-hiány szénhidrát többletet hoz létre a növény anyagcseréjében, amely antociánképződést eredményez. A N-hiány miatt gátolt a kloroplasztisz- és a klorofillszintézis, amelynek eredményeképpen jelentkezik a jól ismert világoszöld vagy sárgászöld elszíneződés, amely a N-hiány fokozódásával egyre inkább sárgulásba megy át.

A többletet nehéz egyértelműen megállapítani, mert az optimális ellátás fokozatosan megy át a feleslegbe. A nagy N-adagok fokozzák a vegetatív növekedést. A szklerenchima szövet terhére fokozódik a parenchima sejtek képződése és így a szövetek szerkezete szivacsossá, puhává válik, ami fokozza a fertőzésekkel szembeni fogékonyságot. A növény mechanikai szilárdító szövetei a szénhidrátok és a N-vegyületek egyensúlyának megbomlása miatt kevésbé erősek.

A legfontosabb N-műtrágyák

Ammónium-nitrát – NH_4NO_3

A legáltalánosabban elterjedt szilárd N-műtrágya. Elméleti N-tartalma 34%. Kedvező, hogy a nitrogént kb. 50-50%-ban ammónium-, illetve nitrát ion formájában tartalmazza. A növény mindkét tápiont hasznosítja, így a talajban nem marad kedvezőtlen hatású kísérion. Alap- és fejtrágyázásra egyaránt használható. A műtrágya erősen higroszkópos, aminek következtében átkristályosodás indul be, és a szemcsék összetapadnak. Az összetapadás megakadályozására 2-3% finomra őrölt, kevésbé higroszkópos anyagokból álló védőréteggel vonják be. Tapadása és robbanásveszélye miatt csak biztonsági előírások mellett tárolható.

Mészammon-salétrom – $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$ vagy CaMgCO_3

„Pétisó”, vagy „Agronit” néven kerül forgalomba. Mindkettő hatóanyaga az ammónium-nitrát, amelyet a Pétisó esetében mészkőporral, az Agronit esetében pedig dolomitporral kevernek össze. A Pétisó hatóanyagtartalma 25, az Agronité 28%. Gyártásuk során az ammónium-nitrátot összeolvasztják finomra őrölt mészkőporral vagy dolomitporral, majd a keveréket speciális toronyban hűtik és szemcsézik. Ezáltal javulnak a termék fizikai tulajdonságai, tapadása és higroszkóposága kisebb lesz, mint a tiszta ammónium-nitráté, és robbanásveszély sem áll fenn. A dolomitporral készült műtrágya 2% Mg-ot is tartalmaz.

Ammónium-szulfát – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Az egyik legrégebben ismert N-műtrágya. Az ammónia szintetikus előállításának kidolgozásáig köszénből állították elő a kokszyártás és gázgyártás melléktermékeként. Elméleti N-tartalma 21,1%. A leginkább savanyító hatású N-műtrágyánk, mivel a N teljes mennyisége NH_4^+ -ion formájában van jelen, és fiziológiás kémhatása érvényesül, ezenkívül 0,05-0,5% szabad savat is tartalmazhat. Alkalmazása lúgos talajokon javasolható, ahol a talaj elsavanyodásától nem kell tartani, illetve mikroelem- és tápanyagmobilizáló hatása révén előnyös.

Karbamid

Szerves N-vegyület. Ez volt az első szerves, biológiai eredetű anyag, amelyet laboratóriumban sikerült előállítani (Wöhler 1828). Ipari gyártása az 1920-as években kezdődött meg. A legkoncentráltabb szilárd N-műtrágyánk, elméleti N-tartalma 46,6%. Fiziológiailag gyengén savanyú kémhatású. N-tartalmát a növények a belőle keletkező ammónium- illetve nitrát vegyületek formájában hasznosítják.

Foszfor

A foszfor a földkéreg tömegének 0,75%-át adja. A talajokban 0,02-0,1%-nyi mennyiségben fordul elő, amelyet az anyakőzet nagymértékben befolyásol. A foszfor a talajban szerves és szervetlen kötésben fordul elő. A szerves és szervetlen formák aránya kb. 50-50%. A szerves formákat főként nukleinsavak, foszfolipidek, foszfoproteidek adják. Az egyik legjelentősebb szerves P-vegyületcsoportot a mikrobiológiai szintézis révén létrejövő inozit-foszfátok alkotják. Ezek közül is a fitin, amely az inozit-hexa-foszforsav Ca- és Mg-sója. A fitin mennyisége szerves foszfátokon belül elérheti a 40-50%-ot is.

A talaj eredeti szervetlen foszfor-tartalmát a nehezen oldható hidroxipatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ és a még nehezebben oldható fluorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ elegykristályai képezik, amelyek csak igen lassú fizikai-kémiai mállási folyamatok során alakulnak át.

A műtrágyákkal a talajba juttatott vízoldható monokalcium foszfát – $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ – és a citrátoldható dikalcium foszfát – CaHPO_4 – a talajban viszonylag gyorsan átalakul nehezebben oldható foszfátokká.

A foszfátok szorptívan is kötődnek a talajkolloidokhoz. Ez a szorpció annál erősebb minél több Fe_2O_3 van a talajban. A hidroxilionok ki tudják cserélni a szorptívan kötött foszfátot. Ismeretes, hogy az anionok szorptív kötése a talaj szorpciós komplexeihez a pH csökkenésével fokozódik. A szorptívan kötött foszfát tehát annál nehezebben hozzáférhető a növény számára, minél savanyúbb a tápközeg. Ha a pH 5,3 alá süllyed, számos másodlagos agyagásvány szétesik. Eközben Al^{3+} és Fe^{3+} ionok keletkeznek, amelyek a foszfátionokkal nehezen oldható Al- és Fe-foszfátokká alakulnak. A megkötődésnek ez a módja főleg kolloidokban gazdag ásványi talajokon játszik szerepet. Hogy ezt elkerüljük rendszeres meszezéssel kell a talajok pH-értékét 6 és 7 között tartani.

Mészben gazdag talajokban viszont a nehezen oldódó Ca-foszfátok kicsapódása veszélyezteti a növények P-ellátását. E vegyületek közé tartoznak a trikálcium-foszfátion kívül mindenekelőtt az apatitok. Legkevésbé a fluorapatit oldódik, viszont a hidroxilapatitot és főleg a dikalcium-foszfátot a növények bizonyos mértékig hasznosítani tudják. Az apatitok oldhatósága függ a szemcsenagyságtól, és ezzel a reakcióképes felület nagyságától is.

P-hiány és -többlet a növényekben

A N-hez hasonlóan a P a sejt létfontosságú építőköve. A foszfátion olyan alapanyagok szerkezeti eleme, amelyek az életfolyamatokat irányítják, és a genetikai információkat közvetítik, továbbá ADP és ATP formájában a sejtek energiaháztartásában és egész anyagcseréjében döntő szerepet játszik.

A P hiánya szinte minden növényfajban azonos, viszonylag kevésbé jellegzetes tünetet produkál. Sőt a P-hiányban szenvedő növény – ha a növekedés gátoltsága nem tűnik fel – sok esetben a N-túltápláltság, illetve az optimális tápanyagellátás látszatát keltheti. A növekedés gátoltságán kívül a P-hiányra – a N-hiányhoz hasonló – „merekváltás” jellemző. A P-hiánnyal fokozott antociánképződés jár együtt, amely a levélzet alapszínétől függően változó vöröses elszíneződést eredményezhet. A tünetek először mindig az idősebb leveleken jelentkeznek.

Foszfortöbblet – eltérően a N-től – szabadföldi körülmények között alig fordul elő, mivel a foszfátionok a talajban erősen megkötődnek. A nagy P-adagok azonban könnyen veszélyeztethetik a növény Fe- és Zn-ellátását.

A legfontosabb P-műtrágyák

Nyersfoszfátok

A foszfor-műtrágyagyártás nyersanyagai (apatitok, foszforitok), de önmagukban is használatosak P-műtrágyázásra. A bennük található P a növények számára közvetlenül nem felvehető, de hosszabb idő alatt a talajban felvehető formák is keletkeznek, főképpen savanyú körülmények között, használatuk ezért elsősorban savanyú talajokon javasolható.

Egyszerű szuperfoszfát

Elsőként Liebig állította elő 1840-ben csontliszt kénsavas feltáráásával. A feltárási eredményeképpen vízben oldható Ca-foszfát képződik. Az egyszerű szuperfoszfát gyártása során a finomra őrölt nyersfoszfátokat 62-67%-os kénsavval kezelik, amelynek eredményeképpen monokalcium-foszfátot és vízmentes Ca-szulfátot kapnak – ez a szuperfoszfát.

Koncentrált (dúsított, kettős, hármas) szuperfoszfát

Amennyiben a nyersfoszfát előállítását kénsav-foszforsav eleggyel végzik, dúsított szuperfoszfátot kapnak. Ennek P_2O_5 tartalma 18-36%, ami a két sav arányától függ. Az ún. kettős- és hármas szuperfoszfát előállításánál a feltárást tisztán foszforsavval végzik. A hatóanyagtartalom a második fázisban felhasznált nyersfoszfátok P-tartalmától függ.

Kálium

A kálium a nitrogéntől és a foszfortól eltérően, nem építőeleme a szerves anyagoknak. A K^+ -ionok jelentősége főképp a plazmaproteidek és- proteinek, valamint az enzimek duzzadását elősegítő hatásában, tehát szerkezetstabilizáló és -aktiváló szerepébe rejlik. A K^+ -ionok negyvennél több enzimreakciót aktiválnak, főként a nagy molekulású fehérje- és szénhidrátvegyületek képződése során. A kálium hatására a növények víztartóképesége növekszik, így azok könnyebben átvészelik a rövid ideig tartó szárazságot.

A legtöbb talaj anyaközetét alkotó üledékes kőzetek jelentős mennyiségű káliumot tartalmaznak. A talaj összes K-tartalma meghaladja a P és a N mennyiségét.

A legtöbb K az agyagos talajokban van, mert a K főképp az agyagrészecskékben található. Az agyag- és vályogtalajok összes K-tartalma eléri a 2, sőt néha a 3%-ot is. Kevesebb K-ot tartalmaznak a homok és homokos vályog, valamint a tőzegezes talajok, az utóbbiak rendszerint igen szegények K-ban. A földkéreg kb. 3% K-ot tartalmaz, amely főleg a primer és a szekunder agyagásványokban található, elsősorban a földpátokban és a csillámokban.

A növények K-ellátottságát nem a talaj összes K-tartalma határozza meg, hanem a különböző oldhatóságú K-vegyületek aránya. A talajban a következő K-frakciókat különböztetjük meg:

1. Vízoldható K – a talajdat K-tartalma, egyszerű sók, nitrátok, szulfátok, karbonátok – alakjában.
2. A kolloidok részecskéin adszorbeált kicserélhető K.
3. Az ásványok K-tartalma. Az elsődleges és másodlagos agyagásványok kristályrácsaiban található K. Nem kicserélhető.
4. A szervesanyagokban található K.

K-hiány és -többlet a növényekben

A K-hiány első vizuálisan észlelhető tünete az ún. „kókadtság”, amelynek oka a K-hiány következtében fellépő turgorszabályozási zavarokban keresendő. A sztómák működési mechanizmusában beálló rendellenességek következtében a K-hiányos növényeken száraz, meleg, napos időben hamarabb mutatkoznak a hervadási jelenségek, mint K-al jól ellátott társaikon.

A kezdődő K-hiány gátolt növekedésben nyilvánul meg, később viszont a növekedés teljesen leáll, mert a növény az egyébként könnyen mozgó K-ot mégsem tudja az idősebb levelekből elég gyorsan mobilizálni ahhoz, hogy a növekedő hajtásmerisztémák és a fiatalabb levelek nagy K-igényét teljesen fedezze. A K-hiányos növény habitusa ezért zömök, az izközök kevésbé nyúlnak meg. A növekedésgátlás következtében a fiatalabb levelek kisebbek, mint a K-al kellően ellátott növényeké, lemezük sokszor keskenyebb.

A K-hiány esetén a mobilis K⁺-ionok idősebb levelekből történő kiáramlása következtében a jelentkező vizuális tünetek először mindig az idősebb leveleken jelennek meg. Már a jelentkező K-hiány kezdeti szakaszában a fellépő sejtsugorodás és szövetösszeomlás következtében jellegzetes nekروزisok keletkeznek, amelyek azután több növényfaj (lucerna, herefélék) esetében az ún. fehérholtosságot eredményezik.

A legfontosabb K-műtrágyák

A foszforműtrágyákhoz hasonlóan a K-műtrágyák alapanyagai is ásványok. Lényeges különbség azonban, hogy a gyártásuk egyszerűbb, és a nyersanyag bizonyos mechanikai tisztítása után könnyebben lehetséges, mint a nyersfoszfátoké.

40%-os kálisó (KCl, KCl□NaCl)

Előállításánál során a finomra őrölt szilvinithez kálium-kloridot kevernek. A kapott keverék K₂O-tartalma 38-42% között van. A 40%-os kálisó kedvező műtrágya a Na-ra pozitívan reagáló növények (pl. répafélék) számára.

50 vagy 60%-os kálisó

Ez esetben a gyártás során a KCl-ot el kell választani a NaCl-tól. Ennek alapját az adja, hogy a hőmérséklet változásával nem egyformán változik a két só oldhatósága.

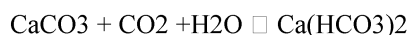
Kálium-szulfát (K₂SO₄)

Előállításánál a koncentrált KCl és MgSO₄ oldatok cserebomlása révén történik. Hatóanyag-tartalma 48-52%. Különösen a klórral szemben érzékeny növénykultúrák (burgonya, dohány, szőlő) esetében javasolt a felhasználása.

Kalcium

A szerves talajok Ca-tartalma a növénytáplálkozás szempontjából fontos egyéb kationok mennyiségéhez képest nagy. Akár mint kristályrácsok alkotórésze, akár mint só nehezen oldható alakban van jelen. A Ca a mállási folyamatok során csak nagyon lassan válik szabaddá és inkább a talajképződési folyamatokban van szerepe.

A talajban előforduló, nehezen oldódó sói közül a legismertebbek a következők: CaCO_3 , $\text{CaMg}(\text{C}_2\text{O}_6)$, CaHPO_4 , $\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Az oldhatóság a pH csökkenésével fokozódik, a Ca- vagy foszfátion-koncentráció növekedésével csökken. A Ca-karbonátok is jobban oldódnak savanyúbb, mint kevésbé savanyú vagy semleges talajviszonyok között. Mindenekelőtt a talajban képződő CO_2 -nak van számottevő hatása a Ca-karbonátok oldódására.



Az így keletkező Ca-bikarbonát könnyen mozog a talajban, és könnyen ki is mosódik belőle. Sok talaj Ca-vesztésének ez az oka.

A talaj termékenysége szempontjából fontos, hogy a szorpciós komplexek minél inkább telítve legyenek Ca^{2+} -al. Ez az állapot tartósan morzsás szerkezetet biztosít. Ezenkívül a növény számára könnyen hozzáférhető Ca-forrást is a szorpciós komplexekhez kötött és a talajoldatban szabadon levő Ca-ionok jelentik.

Különbséget kell tenni a Ca^{2+} -nak a talajban és a növényben betöltött feladatai között. Ebből a szempontból a Ca^{2+} -nak, mint talajtrágyának van nagyobb jelentősége. A talajélet, a morzsastabilitás, valamint a talaj építő és lebontó folyamatainak kedvező lefolyásához lényegesen nagyobb Ca-mennyiségre van szükség, mint amennyit a növények igényelnek életfolyamataikhoz. A meszezés tehát elsősorban talajtrágyázás. Ha segítségével a talaj Ca-háztartását rendben tartjuk, akkor a növény Ca-táplálkozása is biztosítva van.

A kalcium a növényekben szerves savak sójaként, továbbá a plazmakolloidokhoz kötött ionok alakjában fordul elő, és duzzadáscellenes hatásával a K^+ -ionnal antagonisztikus szerepet játszik.

A növények Ca-hiánya a gyakorlatban ritkán észlelhető, mivel a Ca-hiányos talajok rendszerint savanyúak is, és a talajsavanyúság, illetve annak egyéb tápelemek felvehetőségére gyakorolt hatása elmosza a Ca-hiány tüneteit. A Ca-hiány tünetei először a fiatalabb, még differenciálódó szerveken jelentkeznek. A növény növekedése ezért gátolt, habitusa bokros jelleget kap. Az elsődlegesen érintett legfiatalabb levelek rendszerint kisebbek, deformáltak, a csúcsuk és széleik kanalasán felkunkorodnak. Jellegzetes Ca-hiány okozta tünet az ún. szárpuhulás vagy szártörés, ami annak következtében áll elő, hogy a csökkent transzspiráció miatt akadódik a Ca^{2+} -ellátás, a növekedés intenzitása viszont fokozódik. A paradicsom virág, illetve csúcsrothadása szintén jellegzetes Ca-hiánytünet. Gabonák Ca-hiányának tüneteit csak tenyésztedény-kultúrákban sikerült megfigyelni, és a jellemző szimptomák a gyenge bokrosodás, vékony szár, kókadts és klorotikus levelek voltak, amelyek a fiatalabb levelek szürkés árnyalatával és a levélcúcs összesodródásával társultak.

Magnézium

A Mg viselkedése a talajban sok tekintetben hasonlít a Ca-éhoz. Számos ásványban előfordul (biotit, szerpentin, vermikulit, klorit, olivin). Ezekon kívül karbonátjai és dolomit is fontos Mg-tartalmú alkotórészei a talajoknak. A Mg-karbonátok vízben való oldhatósága jobb, mint a Ca-karbonátoké, ezért a talajok először mindig Mg-ban szegényednek el és csak utána Ca-ban. A talaj Mg-készletének legnagyobb hányada nehezen oldódik és nem is kicserélhető. Ezért a növény főleg a szorpciós komplexeken és a talajoldatban levő Mg^{2+} -ionokra van utalva.

A növényekben a Mg, mint a klorofill alkotórésze fontos szerephez jut az asszimilációs folyamatokban. A klorofillban játszott szerkezetalkotó szerepe mellett fontos enzimaktivátor is, ezért függetlenül a klorofill felépítésében betöltött szerepétől a Mg-hiány korlátozott asszimilációval jár együtt a csökkent foszforilálás következményeként. A jó Mg-ellátás növeli a fotoszintetikus aktivitást. Szerepe van a szénhidrát képzésben is. Hiánya esetén csökken a növények szénhidrát-tartalma, pl. a burgonya keményítőtartalma. Hiánya kedvezőtlenül befolyásolja a növények asszimiláló és szintetizáló tevékenységét. Mivel hiánya érinti a klorofill felépülést és lebomlást a növény a Mg hiányára általában jól látható tünetekkel reagál. A Mg-hiány tünetei először az idősebb leveleken jelentkeznek, és a klorofillpusztulásból erednek. Kétszikű növények esetében jellemző tünet az érkező klorózis, amelynél a levél az erek között megsárgul, majd nekrotikus foltok keletkeznek.

Kén

A kén a nitrogénhez hasonlóan a fehérjék nélkülözhetetlen eleme, aminosavak, peptidok, fehérjék alkotórésze. A S-hiány előfordulásával eddig földrajzi viszonyaink mellett nem nagyon kellett számolni, mivel a műtrágyákkal

kijuttatott és a légköri kiülepedésből származó kén általában bőségesen fedezte a szükségleteket. A Föld egyes részein, pl. az USA-ban és Ausztráliában már korábban is észleltek S-hiányt, és S-trágyázás hatására jelentős terménynövekedést kaptak. A koncentráltabb P-műtrágyák alkalmazásával és az erózió S-kiülepedés csökkentésével a jövőben feltehetően egyre több területen kevésnek bizonyul a talajok S-tartaléka, és a növények megfelelő S-ellátásáról visszafordítással kell gondoskodni.

A talaj legfontosabb S-tartalmú szulfátjai a gipsz ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) és az anhidrit (CaSO_4), a legfontosabb szulfidjai pedig a FeS_2 (pirit) és a FeS . A szerves formában levő S is jelentős lehet a talajokban, egyes vizsgálatok szerint ez elérheti a talaj S-tartalmának 0,8-100%-át.

Elégtelen S-ellátás esetén a növény fehérje anyagcseréje károsodik, ami a S fehérje alkotórész funkciójából egyértelműen következik. S-hiány esetén megemelkedik az oldható N-vegyületek mennyisége a növényben, beleértve a nitráttartalmat is, ezzel szemben csökken a fehérje és a klorofilltartalom.

A S-hiány tünetei hasonlítanak a N-hiányéhoz. Ha a S-ellátás romlik, akkor a levelek világoszölddé válnak, majd megsárgulnak, részben vörössé is színeződhetnek. A hiánybetegségben szenvedő növények habitusa gyakran merev, törékeny. A N-hiánytól eltérően azonban – amely először az idősebb leveleken jelentkezik, - a S-hiány többnyire a fiatal leveleken mutatkozik. A S-hiány különösen a keresztvirágúakon nyilvánul meg jellegzetesen. A növények nemcsak kicsik és satnyák maradnak, hanem a leveleik jellegzetesen el is keskenyednek.

Mikroelemek

Vas

Szerepe a növényekben vegyértékváltozáson alapszik, amelynek révén enzimatis reakciók szabályozásában van szerepe. A fontosabb vastartalmú enzimek a citokrómok, a peroxidázok és a katalázok. Működésük az elektronfelvételen és leadáson alapszik, továbbá a légzés, az energia anyagcsere, a fotoszintézis és a fehérjeképzés folyamataiban vesznek részt.

A vas a talajban ásványok kristályrácsaiban található. A fontosabb Fe-tartalmú ásványok a csillámok, az augit, az olivin és a biotit. Az oldható Fe-tartalom a talajban általában kicsi, amely pH csökkenésével növekszik és különösen podzolttalajokban jelentős. A Fe^{3+} -ionok csak pH 3 alatt stabilak, e fölött kicsapódnak, míg a Fe^{2+} -ionok csak pH 7 közelében csapódnak ki.

A növények a vasat Fe^{2+} , Fe^{3+} ionok vagy kelátok formájában veszik fel. A Cu és Zn gátolhatják a Fe-felvételt, mivel kiszoríthatják a vasat a kelátkomplexekből. A Fe-hiányos növények feltehetőleg több kelátképzőt termelnek.

A nagy foszfát koncentráció a talajokban a felvehetőséget csökkentő Fe-foszfátok képződéséhez vezethet. A nagy Ca^{2+} - és Mn^{2+} -ion koncentrációk a talajban és a növényben egyaránt kedvezőtlenül befolyásolják a Fe fiziológiai aktivitását. Megfigyelték, hogy a nitráttáplálás akadályozza, az ammóniumtáplálás elősegíti a Fe-felvételt, amely jelenség a gyökérszövet közelében lejátszódó kémhatásváltozással magyarázható.

A Fe a növényekben 80-90%-ban szerves vegyületekhez kötött, a klorofill felépítésében is részt vesz. A növények Fe-ellátása főként karbonátos talajokon van veszélyben. Hiánytünetek elsősorban a szőlőn és gyümölcsökön észlelhetők. Jellemző hiánytünet a klorózis, amely a Fe gyenge növénybeli mozgásának következtében mindig a fiatal leveleken lép fel. Ilyen esetekben a klorofill és a Fe-tartalom egyaránt csökken.

A talajtrágyázás szervesen vas sókkal általában nem eredményes, hatást Fe-kelátok lombozaton keresztül alkalmazásától, illetve savanyúan ható műtrágyák használatától várhatunk.

Mangán

A mangán a növényekben mint enzimaktivátor vesz részt az élettani folyamatokban és a Mg-hoz és a Fe-hoz hasonló szerepet tölt be. A talajban szilikátokhoz, karbonátokhoz és oxidokhoz kötötten fordul elő kettő-, három- és négy vegyértékű formában. A legfontosabb Mn-tartalékok a különböző Mn-oxidok (MnO_2 ; $\text{MnO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). A Mn-felvételt a talajban élő mikroorganizmusok is módosítják. A semleges pH-tartományban a mikroorganizmusok a Mn^{2+} -t, Mn^{4+} -é oxidálhatják, amely formát a növények nem tudják felvenni, ugyanis a növények számára csak a kétértékű Mn felvehető. Az átalakulást befolyásoló tényező a talaj nedvesség tartalma is. A Mn felvételét és szállítását a Ca^{2+} -ionok is akadályozhatják, valamint a Mn és a Fe felvételében is tapasztalható konkurencia, amely a többi nehézfém esetében is fennáll. A

A mangán kedvezően hat a szénhidrátok képzésére a növényekben, a jó Mn-ellátás növeli a cukorrépa cukortartalmát. A Mn-ellátásra érzékeny a zab, és hiányára ún. „szárazfoltossággal” reagál. Mn-igényes növények még a spenót és a rizs.

Mn-hiány elsősorban a nagy szerves anyag tartalmú láptalajokon és karbonátos, lúgos kémhatású talajokon fordul elő. Ilyen esetekben Mn-szulfát és savanyúan ható műtrágya együttes alkalmazásával általában eredményesen szüntethetjük meg a hiányt.

Réz

A réz élettani hatása a kis ionátmérőjén, a nagy atomtömegén, a változó vegyértékén és komplexképzési hajlamán alapul. Olyan enzimek alkotórésze, amelyek részt vesznek a légzési anyagcserében és az elektrontranszportban a fotoszintézis, a szénhidrát- és fehérjeszintézis során. A talajban legnagyobb része szerves vagy szervesetlen adszorpciós felületekhez kötve, kétértékű formában található.

A talajoldat: Cu-koncentrációja kicsi, 0,01 ppm. Az adszorpciós komplexuson kötött Cu erősen kötődik felülethez, más kationok csak nehezen szoríthatják ki, elsősorban a H⁺ lehet képes erre. A talajba jutva gyorsan leköttődik. Kelát formájában ennek a veszélye kevésbé áll fenn. Bizonyos humuszformák erősen kötik.

A növények Cu-tartalma egy nagyságrenddel kisebb, mint a Mn-tartalom. Cu-ionok felvétele főként a talaj oldható Cu-tartalmától függ, az ionkonkurrencia kevésbé játszik szerepet. A Cu mozgékonyága a növényben csekély. Főleg komplex vegyületek, kelátok formájában található. Az összes Cu 70 %-a a kloroplasztiszokban mutatható ki. Ez a tulajdonsága a vassal mutat hasonlóságot.

A Cu elősegíti a szénhidrát- és fehérjeszintézist, megvédi a klorofillt az idő előtti lebomlástól. A nagy szervesanyag-tartalmú talajok, homokos podzol talajok szegények rézben. Hiányára legérzékenyebbek a zab, az árpa, a búza. A Cu-hiány kedvezőtlen a generatív szervek képződésére. Nem kellő Cu-ellátás esetén hiányos a buga- és kalászképződés, üres kalászok alakulnak ki.

Cink

A növényekben elsősorban mint enzimaktivátor játszik élettani szerepet. A fehérjeanyagcserében a peptidázokat aktiválja. A Mn-al kölcsönhatásban serkenti az auxintermelést. A talajban való előfordulása tekintetében a Cu-hez hasonló tulajdonságokat mutat:

- a talajban kizárólag kétértékű formában található,
- a talaj adszorpciós komplexusa erősen megköti,
- koncentrációja a talajoldatban csekély,
- a H⁺-ion koncentráció növekedésével oldhatósága növekszik,
- komplexképzési hajlama a Cu-hez hasonló.

Előfordul a biotit, augit, és csillámok kristályrácsában. Az adszorpciós komplexushoz Zn²⁺, ZnOH⁺, ZnCl⁺ formájában kötődhet. Sok foszfátot tartalmazó talajokban felvétele nehezebb.

A növényekben kis mennyiségben található, de ez a mennyiség azért többszöröse a Cu-tartalomnak. Felvételét befolyásolja a pH és a foszfor-tartalom. Több enzim ismeretes (pl. enoláz), amely egyaránt aktiválható Mg²⁺, Mn²⁺ és Zn²⁺ ionokkal. A Zn specifikusan aktiválja a dehidratázokat és a peptidázokat.

A triptofán szintézisét indolból és szerinből a Zn katalizálja. A triptofán a -indolil-ecetsav prekursora. A Zn tehát közvetve elősegíti az auxinképződést, míg a Mn az auxinfelesleg kialakulását gátolja. A két elem együttesen szabályozza a növények növekedését.

A Zn-ellátásra különösen érzékeny növénykultúrák a kukorica, komló, len, bab, gyümölcsfák. Az almafák jellegzetes Zn-hiányában előálló betegsége a törpészártagúság.

Molibdén

Katalitikus hatása a Mo(V) □ Mo(VI) vegyértékváltáson alapszik. Különböző flavoprotein enzimek fémkomponense. A nitrát-redukáz enzim működésében játszott szerepe révén fontos feladata van a N-ellátásban

és a fehérje anyagcserében. A talajban a nehézfémektől (Fe, Mn, Cu, Zn) eltérően főleg molibdenát () formában található.

A foszfátióhoz hasonlóan anion formában adszorbeálódik a talaj adszorpciós komplexusán. Ez a kötés annál erősebb, minél kisebb a talaj pH-ja. A növények Mo ellátása tehát savanyú talajon veszélyeztetett, és meszezéssel javítható. A növények a Mo-t molibdenátió formájában veszik fel. Felvételét a szulfátiók akadályozzák, a foszfátiók elősegítik.

A többi mikroelemmel ellentétben a növények a Mo-t lényegesen nagyobb mennyiségben felvehetik anélkül, hogy a fejlődésre toxikus hatással lenne. Savanyú talajokban a leköttetés Mo-hiányt okozhat. Nagy Mo-igényű növények a keresztesvirágúak, káposztafélék, karfiol, bimbóskel. A kétszikűek Mo igénye nagyobb, mint az egyszikűeké. A pillangósok gümöbaktériumainak működéséhez szintén Mo szükséges, amely a nitrátreduktáz enzim működésében betöltött szerepével magyarázható. Hiánya savanyú talajokon meszezéssel megszüntethető. Mo-trágyázás során nagy adagok nem adhatók, mivel az a kérődzőknél ún. molibdenózió kialakulásához vezethet.

Bór

A bór az egyetlen nemfémes elem a nélkülözhetetlen mikroelemek között. Hatásmechanizmusa nem eléggé tisztázott, szerepet játszik a szénhidrátképzésben és az asszimilációs folyamatokban. A talajban található ásványok közül a csillámokban és a turmalinban fordul elő. Jelentős része bórsav (H₃BO₃), illetve borátok formájában található. Előfordulhat a talajban szabad anionként és a talajrészecskékhez kötve is. A kötés eltér a foszfát vagy a molibdenát anionadszorpciójától, mivel ezekkel ellentétben a B felvehetősége a pH-érték csökkenésével nő. A borátiók csak lazán kötődnek a talaj részecskéihez, minél nagyobb valamely talajban az agyagfrakció mennyisége, annál kisebb a vízdoldható B-tartalom az összes B-tartalomhoz képest. A növények borátió formájában veszik fel. Mozgékonyasága a növényben korlátozott. Jó B-ellátás esetén a levélcúcsokban halmozódik fel. Élettani szerepét tekintve alapvetően különbözik a többi mikroelemtől. Alkoholos OH-csoportokkal, különösen cukrokkal bórsav észtereket képez. B-hiány esetén a különböző szövetek képződése és fejlődése akadályozott. Gátolt a sejtosztódás és a kambiumsejtek átalakulása xilem és phloem szövetekké. A virág- és termésképzésre gyakorolt hatása révén nagymértékben befolyásolja a termés mennyiségét és minőségét. A gyümölcsök és a cukorrépa cukortartalmát, a burgonya keményítőtartalmát fokozza. A B a szénhidrát-anyagcserében és az asszimilációban játszik fontos szerepet. A jó B-ellátás a szénhidráttranszport elősegítése révén biztosítja a fotoszintézis zavartalan lefolyását.

A B-tárgyak a legelterjedtebben használt mikroelemtrágyák. Különösen gyakran használják a cukorrépa, a pillangósok és a szőlő esetében. A cukorrépa ismert B-hiány következtében fellépő betegsége a száraz- és szívrohadás. A lucerna B-trágyázása is elterjedt. A B pótlásáról elsősorban frissen meszezett talajon kell gondoskodni, mivel meszezés hatására a pH emelkedik, és így a B-felvétel csökken.

A tápanyagellátás tervezése

A gazdaságos és szakszerű tápanyag-gazdálkodás a talaj tápanyagtartalmának és agrokémiai tulajdonságainak ismeretében valósítható meg. A trágyázás tervezése során az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- a különböző növények tápanyagellátása és ennek kialakított módszere igazodjon a termőhely talajához;
- az egyes növények trágyázása során csak annyi tápanyagot adjunk, amennyit az adott növény a vegetáció során igényel, illetve amennyit a termékkel (szalma, kóró, répafej, stb.) betakarítunk;
- a talaj felvehető tápanyagai ne csökkenjenek, és csak annyival növekedjenek, amennyi a talajra, a talaj kultúrállapotára és a környezetre nem káros.

Mindezek figyelembevételével kerültek kialakításra a Növényvédelmi és Agrokémiai Központ műtrágyázási irányelvei. A tápanyagellátási elvek rövid összefoglalása és egy, az alkalmazásuk bemutatására szolgáló példát az alábbiakban mutatunk be.

MÉM-NAK Szaktanácsadási Rendszer

A rendszer alkalmazása során végrehajtandó lépések a következők:

- Szántóföldi termőhely megállapítása,

- A termés mennyiségének megtervezése,
- A talaj tápanyag-ellátottsági szintjének megtervezése,
- A fajlagos hatóanyagigény meghatározása,
- A tervezett termés műtrágya hatóanyag-szükségletének meghatározása,
- Korrekciók elvégzése,
- Kijuttatás tervezése

1. Szántóföldi termőhely megállapítása

Megállapítjuk a tábla talajtípusát és agronómiai jellemzőit, majd besoroljuk a hat lehetséges szántóföldi termőhely valamelyikébe.

Csernozjom talajok: sík fekvés vagy enyhén lejtős, nem vagy kevésbé erodált és mély termőréteg, jó hő-, víz- és levegőgazdálkodás, nincs kedvezőtlen kémiai tulajdonság. Pl. csernozjom barna erdőtalajok, erdőmaradványos csernozjom, mészlepedékes csernozjom, kilúgozott csernozjom, csernozjom réti talajok, réti csernozjom, teraszcsernozjom, humuszkarbonát talajok.

Barna erdőtalajok: jó tápanyag-, víz-, levegő-, hőgazdálkodás, eróziós kár nincs. Pl. agyagbemosódásos barna erdőtalajok, Ramann-féle barna erdőtalaj, karbonátmaradványos barna erdőtalaj, lejtőhordalék talajok.

Kötött réti és glejes erdőtalajok: jó tápanyagkészlet, gyenge tápanyag-szolgáltató képesség, nagy víztartó képesség, magas talajvízszint, kevés mész. Pl. réti talajok, öntés réti talajok, szolonyeces réti talajok, lápos réti talajok, homokos réti talajok, pszeudoglejes barna erdőtalajok, öntéstalajok.

Homok-és laza talajok: könnyű mechanikai összetétel, kevés kolloid, kedvezőtlen vízgazdálkodás, kis víztartó képesség, kedvezőtlen kémiai tulajdonságok. Pl. futóhomok és humuszos homoktalajok, kovárványos barna erdőtalajok, nyers és humuszos öntéstalajok (homok).

Szikes talajok: szántóföldi művelés alatt áll, kedvezőtlen fizikai és kémiai tulajdonságok, rossz tápanyag-hasznosító képesség, rossz vízgazdálkodás. Pl. réti szolonyec és sztyeppesedő réti szolonyec talajok, szoloncsákos réti talajok, lecsapolt, telkesített rétláptalajok, erősen szolonyeces réti talajok.

Sekély termőréteggű vagy erősen erodált lejtős talajok: kevés a tárolt víz. Pl. nagymértékben erodált lejtős erdő vagy csernozjom talajok, kavicsrétegen kialakult, 50 cm-nél sekélyebb termőréteggű talajok függetlenül a lejtési viszonyoktól.

2. A termés mennyiségének megtervezése

A termés mennyiségének megtervezéséhez az előző 5 év terméseredményeit vesszük figyelembe. A művelethez táblázatokba foglalt termésszint határokat hívhatunk segítségül, amelyek megadják az egyes szántóföldi termőhelyeken ésszerűen tervezhető termésszint határokat.

3. A talaj tápanyag-ellátottsági szintjének tervezése

A talajvizsgálati adatok alapján megállapítjuk a termőhelyi kategóriába besorolt tábla tápanyag-ellátottságát., N-, P2O5- és K2O- tartalom tekintetében.

4. A fajlagos hatóanyag-igény meghatározása

A talaj tápanyag-tartalmának ismeretében kikeressük a táblázatokból a természetendő szántóföldi növény fajlagos műtrágyahatóanyag-igényét.

5. A tervezett termés műtrágya hatóanyag-szükségletének meghatározása

A természetendő növény tervezett termésének műtrágya hatóanyag-szükségletét a fajlagos műtrágya hatóanyag-igény és a tervezett termés mennyiségének szorzata adja.

6. Korrekciók elvégzése

Az alábbiakban ismertetett tényezők a kiszámított hatóanyag-szükségletet módosítják.

Előveteményhatás

a. pillangós növények N-igényt csökkentő hatása: a IV. és VI. termőhelyek kivételével a közepes és annál jobb humuszellátottságú talajokon, valamint a termőhelyre jellemző közepes termésszintet meghaladó pillangós esetén a számított N- műtrágya-hatóanyagot egyéves pillangós után 30kg/ha, évelő pillangós után – első évben – 50 kg/ha mennyiséggel csökkentjük. Lucerna esetén a 2.évben további 30 kg N/ha levonás számítható.

b. Nagy tömegű szerves anyag leszántásakor (kukorica, napraforgó vagy egyéb nagy szártömeget visszahagyó – tág C:N arányú – növények esetén: a szerves anyag K- tartalmát a számított K- műtrágya hatóanyagból levonjuk, mégpedig kukoricaszár esetében 5-10 kg K₂O/t betakarított szemtermés, napraforgó esetén 20-30 kg K₂O/t betakarított kaszattermés, őszi búza-szalma esetén – leszántás vagy tarlóégetés esetén egyformán – 5-10 kg/t betakarított szemtermés szerint számolva. A szerves anyag időbeli lebontása céljából a IV., az V. és a VI. termőhelyeken, minden 0,1t szárazanyaghoz (a betakarított szemtermésnek megfelelő mennyiségből számítva) 0,8 kg N-t adunk, vagyis ennyivel emeljük a kiszámított N- adagot, ha az nem éri el a 150 kg N/ha-t. Jobb termőhelyeken, valamint, ha e szintet meghaladjuk, el lehet tekinteni a nitrogénkiegészítéstől.

Az istállótrágyázás hatása

Közepes minőségű almos trágya tápanyagszolgáltatása:

Első évben: 15:15:40 kg (N, P, K)

Második évben : 10:10:20 kg (N, P, K)

Az öntözés hatása

Öntözéses termesztés esetén az I., II., III. termőhelyek közepesnél jobb tápanyagellátottságú tábláin a tervezett termés NPK – műtrágyahatóanyag – szükséglete 15-20 %- kal csökkenthető.

A talaj káros kémiai tulajdonságainak hatása

Ha a talaj mésztartalma 20% feletti vagy a pH(KCl) 5 alatti a kiszámított P₂O₅ mennyiségét (szuperfoszfát műtrágya esetén) bármely ellátottsági értéknél 15-20%- kal növelni kell.

7. Kijuttatás tervezése

A kiszámított műtrágya-hatóanyag adagot a kijuttatás előtt, a hatóanyag-tartalom figyelembevételével a rendelkezésre álló tényleges műtrágyára át kell számítani. Ebben a fázisban tervezzük meg továbbá a műtrágya adagok megosztását, vagyis a kijuttatandó alap- és fejtrágya mennyiségét.