

RECOMANDĂRI PRIVIND PRODUCEREA DURABILĂ A CULTURILOR ÎN SISTEM ECOLOGIC ÎN REPUBLICA MOLDOVA



2022

Cuprins

Prefață	2
Introducere	4
Solul	5
Chimic	5
Fizic	7
Biologic	8
Teste Practice a Solului în Câmp	9
Evaluarea vizuală a structurii solului (VESS)	9
Testul Slake (Stabilitatea agregatului umed)	14
Testul de infiltrare	14
Testul Simplificat de Azot	15
Testul privind determinarea respirației solului	16
Testul pentru determinarea respirației CO ₂ în câmp	16
Testul pentru determinarea respirației CO ₂ în laborator	17
Analiza chimică a solului	18
Prelevarea mostrelor	19
CEC: Capacitatea de schimb cationic	20
pH-ul	20
Azotul	21
Fosforul	21
Potasiul	22
Calciul	23
Magneziul	24
Sulfur	25
Borul	25
Zincul	25
Manganul	25
Cuprul	26
Fierul	26
Inputurile de carbon	27
Caracteristicile inputurilor de carbon	27
Carbonul verde	27
Carbonul brun	28
Carbonul negru	29

Lucrarea solului	30
Compactarea solului	30
Practicile de lucrare a solului pentru fermele ecologice	32
Subsolajul.....	32
Reducerea aratului cu plug cu cormană	34
Încorporarea superficială a biomasei	36
Tăvălugire cu semănat direct	38
Cultivația într-o fermă ecologică	40
Metodele de prevenire	40
Cultivația mecanică	40
Culturile succesive	46
Fertilitatea chimică	46
Fertilitatea fizică	46
Fertilitatea biologică	47
Tipurile culturilor succesive	48
Leguminoasele	48
Gramineele	49
Cruciferele	49
Hrișca	50
Înființarea culturilor succesive	51
Însămânțarea după recoltarea culturii marfă	51
Cultura intercalată/semănată sub covor	51
Culturile intercalate și mulciul viu	52
Mulci ai culturii succesive in-situ și ex-situ	53
Rotația culturilor	55
Principii Generale privind Ghidarea Rotației Culturilor	56
Pași de planificare a rotației culturilor	56
Lista culturilor din Română în Latină	57
Surse	58

Prefață

Stimați cititori,

Moldova este o țară cu condiții ideale pentru producerea culturilor de câmp. O climă moderată, soluri de înaltă calitate cu un procent ridicat de cernoziom de cea mai bună calitate și suprafețe suficient de mari de teren fac ca, pe lângă plantații viticole și livezi, Moldova este destinată să fie o forță semnificativă pe piața internațională a mărfurilor produse prin metode moderne pe teren arabil.

Cu toate acestea, condițiile naturale favorabile nu reprezintă totul, și mai ales situația economico-politică poate duce spre o direcție proastă a producției vegetale. Am în vedere, în special, managementul fermelor care funcționează în cea mai mare parte fără animale, deci fără posibilitatea de a cultiva culturi furajere pentru ameliorarea solului și reducerea buruienilor, dar și fără gunoi de grajd. Acest lucru duce la o scădere treptată a fertilității naturale a solului, eroziunea solului, la o nevoie mai mare de utilizare a îngrășămintelor și pesticidelor industriale și în special a erbicidelor. Și aici, cererea pieței îi obligă pe fermieri să cultive numai anumite culturi (grâu, porumb, floarea soarelui...) fără utilizarea unei rotații adecvate a culturilor.

Prețurile de cumpărare convenționale reprezintă un alt obstacol, deoarece adesea nu pot concura cu prețurile relativ scăzute de pe piețele europene și globale, care sunt influențate în special de faptul că fermierii din UE, SUA și alte țări dezvoltate sunt subvenționați iar profitul din produsele agricole este doar o parte din venitul lor total. În plus, își pot permite să cumpere mai multe inputuri chimice pentru a îmbunătăți randamentul. Deși acest lucru poate crește randamentul, în general contribuie la reducerea prețului mărfurilor. Din motive economice, sociale și de mediu, este, așadar, necesar să se caute alternative care să permită angajarea mai multor persoane în mediul rural, care să protejeze solul și mediul și care să livreze produse agricole de calitate la un preț convenabil.

Cea mai complexă soluție la problemele menționate mai sus este oferită de agricultura ecologică controlată, care oferă o alternativă potrivită, chiar și pentru fermele mai mari și pentru fermele fără animale. Cu toate acestea, introducerea agriculturii ecologice în orice țară necesită instituirea unui întreg sistem de reglementări și instrumente pe care fermierii ecologici trebuie să le aibă pentru domeniul lor, precum fac colegii lor în agricultura convențională. Începe cu reguli clare (sub formă de legi), continuă cu suficiente echipamente tehnice adecvate și inputuri agricole permise (specii, semințe, îngrășăminte, produse de protecție a plantelor...) și termină cu inspecție și vânzare corectă. Majoritatea acestor aspecte sunt tratate în proiectul „Suportul instituțional în agricultura ecologică din Republica Moldova”, al cărui scop este transferul experienței privind instituirea unui astfel de sistem regulatoriu și garantat de stat din Republica Cehă în Moldova. Una dintre componentele acestui proiect vizează „Sistemul instituit privind recomandarea procedeeleor agro-tehnologice, speciilor și soiurilor ecologice”. Au fost stabilite loturi experimentale și demonstrative cu testări pe termen lung în condiții ecologice pe terenurile experimentale din instituții de cercetare și la ferme propriu-zise aflate în câteva regiuni din Republica Moldova.

Accentul principal este pe cultivarea culturilor alternative și alegerea soiurilor pretabile, dar ne ocupăm și de problemele ce vizează calitatea solului, nutriția și fertilizarea plantelor și procedeele agro-tehnologice de bază, inclusiv controlul buruienilor.

Acest ghid practic și modern a fost elaborat în cadrul proiectului pe aceste subiecte, care rezumă cele mai recente cunoștințe din Europa și SUA. Autorul și editorul publicației, Adam Brezáni, este un tânăr cercetător din agricultură, care lucrează pentru compania PRO-BIO și pentru compania de consultanță Czech Organics. În Republica Cehă, el este implicat, printre altele, în programul fermelor ecologice demonstrative.



Jiří Urban

Director al sectorului producție vegetală

Institutul Central de Supraveghere și Testare în Agricultură

Implementator al proiectului *“Suportul instituțional în agricultura ecologică din Republica Moldova”*

Introducere

Scopul principal al acestei publicații este de a demonstra practicile utilizate pentru producția culturilor în sectorul ecologic, care pot asigura menținerea sustenabilității și creșterii competitivității pe piață a fermierilor ecologici din Moldova. Nici într-un caz această publicație nu poate fi considerată un ghid complet pentru producția ecologică durabilă. Se publică numeroase publicații, ghiduri, informații cu referință la subiectele privind practicile ecologice. Un cititor poate deveni foarte confuz datorită numărului vast de terminologii, metode și idei prezentate în fiecare dintre ele. Această publicație vine cu o informație generală pentru a înțelege câteva principii de bază ale producției ecologice durabile, o prezentare a practicilor, care sunt implementate cu succes în sector la nivel mondial. Au fost alese practici speciale pentru a ajuta fermierii din Republica Moldova să facă față provocărilor precum seceta, eroziunea solului și compactarea solului pe termen lung. O mare parte a acestei publicații se axează pe evaluarea sănătății solului.



Solul

Pentru cultivarea unei culturi de succes destinate comercializării este nevoie de sol sănătos. Un sol sănătos înseamnă menținerea a trei aspecte principale relativ echilibrate ale solului. Unul nu poate fi compromis față de celelalte, pentru a menține sistemul funcțional. Solul este un complex întreg și ar trebui tratat în acest fel.

Chimic

Chimic (1) (minerale, pH, CEC). Solul este un amestec extrem de complex de diverse substanțe chimice - unele folositoare, altele dăunătoare și altele neutre. PH-ul solului este un indicator al acidității sau alcalinității acestuia, din punct de vedere tehnic, conținutul de ioni de hidrogen din apa solului. Principalul impact al pH-ului asupra creșterii culturilor vizează influențarea disponibilității multor substanțe nutritive și sporirea activității microorganismelor din sol. Valoarea optimă a pH-ului pentru majoritatea culturilor și solurilor este considerată a fi de la 6,2 la 6,8. Cu toate acestea, pH-ul actual poate varia foarte mult de la o zi la alta, iar distanța de la rădăcini poate afecta acest parametru. Atât timp cât rezultatul testului solului indică o valoare apropiată de intervalul ideal, nu este cazul de prea mare îngrijorare (unele tipuri de sol au un pH mai acid, iar altele mai alcalin decât idealul).

Un alt factor principal al solului din punct de vedere chimic, care influențează creșterea culturilor, este tipul și proporția diferiților nutrienți și a altor substanțe din sol. Pentru ca substanțele nutritive să fie disponibile pentru absorbție de către rădăcinile culturilor, acestea trebuie să fie:

**Dizolvate în apa solului (în soluția solului)
SAU
Fixate lejer pe coloizii din sol
(particule foarte mici precum argila și humusul)**

Nu vor fi disponibile pentru rădăcini, substanțele nutritive care sunt strâns fixate pe coloizi sau care fac parte din structura moleculară a mineralelor din sol sau a materiei organice ne degradate. În majoritatea solurilor, marea majoritate a substanțelor nutritive nu sunt disponibile în orice moment. Asigurarea imediată cu substanțele nutritive disponibile poate să nu fie suficientă în timpul cererii de vârf a culturilor. Nutrienții pot fi disponibili pe tot parcursul sezonului de creștere, prin acțiuni precum degradarea mineralelor, acizii produși de rădăcini, absorbția rădăcinilor (permițând nutrienților suplimentari să pătrundă în soluție) și activitatea microbiană prin ruperea nutrienților legați, iar unii microbi care trăiesc în rădăcini asigură de fapt substanțe nutritive către rădăcini. Anumite substanțe chelatice găsite în humus și eliberate de rădăcini și microbi ai solului, vor pune nutrienții la dispoziția rădăcinilor. Aprovizionarea culturilor cu substanțe nutritive poate fi îmbunătățită prin sporirea vitalității solului, creșterii nivelului de humus din sol, utilizării îngrășămintelor cu eliberare lentă, menținerii oligoelementelor în echilibru și a conținutului ridicat de calciu din sol.

Contribuirea la un echilibru bun al nutrienților asigură, de asemenea, la creșterea disponibilității nutrienților și a activității biologice, influențând asupra creșterii performanței culturilor pe termen lung. Azotul poate fi obținut gratis din atmosferă prin microbii fixatori de azot, atât pe rădăcinile leguminoaselor, cât și din rădăcini în solul biologic activ.

Probleme privind disponibilitatea nutrienților pot apărea în special în solurile dense, compactate, cu aerare slabă și drenaj slab, care pot restricționa creșterea și activitatea rădăcinii, precum și degradarea microbiană a materiei organice, cauzând o eliberare mai mică de nutrienți. Un dezechilibru al nutrienților poate încetini creșterea culturilor sau poate duce la o recoltă de calitate slabă, care nu va fi monetizată în mod adecvat de către un cultivator.

ECHILIBRUL CHIMIC

Dezechilibrat:

Calciu mai puțin de 65% din CEC
Magneziu mai mult de 20% din CEC
Potasiu mai puțin de 3% din CEC sau mai mult de 5%
Fosfor mai puțin de 20 ppm (P1*)
Sulf mai puțin de 20 ppm
Raportul N:S mai mare de 15:1
pH mai mic de 6,0 sau mai mare de 7,0
MO scăzută (materie organică)
Oligoelemente scăzute

Simptome:

1. Tulpini goale (culturi de lucernă și crucifere), dificil de stabilit, semănătură de scurtă durată.
2. Uscare slabă a culturilor.
3. Conținut scăzut de zahăr în plantă.
4. Dezechilibru mineral în furaje.
5. Probleme de sănătate a efectivului de animale.
6. Culturi stresate de condițiile climaterice.
7. Probleme cu buruienile.

Echilibrat:

Calciu 70-85% din CEC
Magneziu 12-18% din CEC
Potasiu 3-5% din CEC
Fosfor 50 ppm (P1)
Sulf peste 25 ppm
Raportul N:S 10:1
pH 6.5-6.8
MO de la mediu spre ridicat
Oligoelemente potrivite

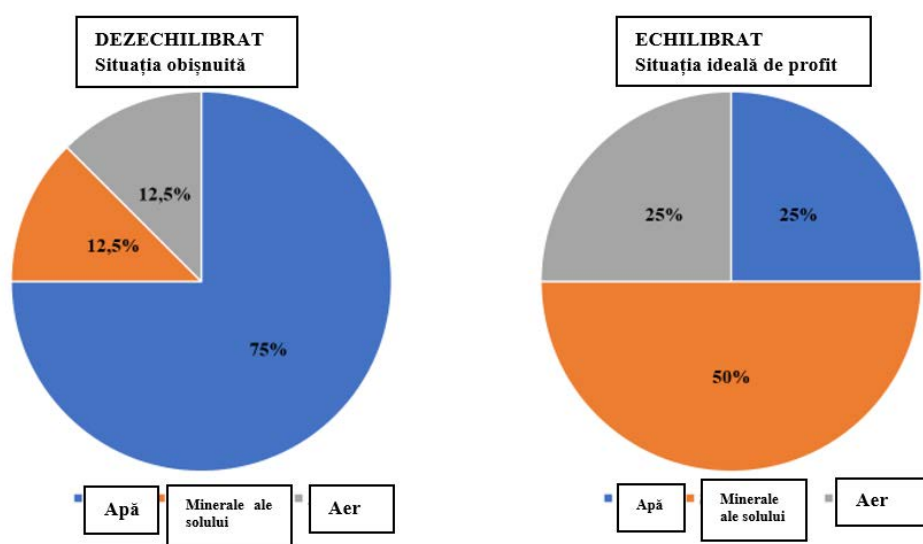
Rezultate:

1. Tulpini solide (lucernă), ușor de stabilit, semănătură de lungă durată.
2. Uscare bună și calitate menținută.
3. Conținut ridicat de zahăr.
4. Echilibru mineral bun.
5. Animale sănătoase.
6. Randamente mari; stres scăzut cauzat de condiții climaterice.
7. Puține buruieni.



Fizic (1) (aerare, agregare, drenaj). Structura solului se referă la condițiile fizice ale solului. O structură ideală pentru creșterea culturilor sunt particulele minuscule de sol adunate în agregate mai mari și stabile - structură ca "brânza de vaci". Acest lucru asigură o bună aerare (pentru rădăcini și organisme benefice ale solului), un aport rapid de apă și drenaj bun, o capacitate de menținere a umidității și creștere ușoară a rădăcinilor și suplimentar este redusă foarte mult eroziunea. Structura solului este afectată de tipul de sol și de dimensiunile particulelor (nisip, nămol, argilă), materia organică, vitalitatea solului, sistemele radiculare ale culturilor, lucrarea solului, compactarea, condițiile meteorologice și parametrii chimici ai solului (pH, echilibrul nutrienților, salinitatea). În general, conținutul mai mare de materie organică și de calciu, activitatea biologică mai mare, sistemele radiculare mari, lucrarea minimă a solului și compactarea redusă reprezintă factori care favorizează o bună structură a solului.

ECHILIBRUL FIZIC



Simptome:

1. Drenaj slab al apei; scurgeri.
2. Probleme cu îmbibarea apei.
3. Talpa plugului.
4. Sol tasat, dificil de lucrat.
5. Descompunere slabă a reziduurilor.
6. Probleme cu buruienile.

Cauze:

1. Soluri lucrate cu echipamente neadecvate la timpul nepotrivit.
2. Management slab al materiei organice (lucrarea prea adâncă sau excesivă a solului).
3. Dezechilibru nutritiv.

Rezultate:

1. Aport și retenție bună de apă.
2. Sol moale; ușor de lucrat.
3. Fără zdrobire sau talpa plugului.
4. Eroziune redusă.
5. Sisteme radiculare mari.
6. Puține buruieni; concurență mai mică.

Motive:

1. Lucrare adecvată a solului.
2. Conținut înalt de humus.
3. Conținut ridicat de organisme în sol.

Biologic (2,3,4) (culturile succesive, microbii, materia organică). Procesele biologice ale solului sunt responsabile pentru asigurarea plantei cu aproximativ 75% din azotul disponibil și 65% din fosforul disponibil din sol. Menținerea solului biologic activ are ca rezultat o umiditate mai stabilă, un pH optim și un aport de nutrienți. O comunitate mai diversificată de soluri are ca rezultat sol mai flexibil, care are capacitatea de a asigura o creștere bună pentru o serie de culturi care sunt rezistente la secetă, la conținut redus de nutrienți și după o degradare a solului. Practicile cum ar fi lucrarea solului, rotația culturilor și utilizarea îngrășămintelor influențează comunitatea solului. Materia organică din rădăcini, biomasa vegetală, gunoiul de grajd și compostul asigură energia alimentară pentru a susține comunitatea biologică. Culturile succesive și culturile pentru îngrășămintă verzi extind perioada de creștere activă a plantelor în sol, oferind prin fotosinteză hrană populațiilor microbiene ale solului.

O idee despre biologia solului poate fi obținută din următorii indicatori numerici. Solurile conțin aproximativ de la 8 până la 15 tone de bacterii, ciuperci, protozoare, nematode, râme și artropode la hectar. Studiul realizat de James J. Hoorman și Rafiq Islam- de la Universitatea de Stat din Ohio a arătat următoarele rezultate privind numărul relativ de microorganisme și biomasa speciilor de microorganisme la adâncimea solului de 0-15 cm (vezi tabelul 1).

Tabel 1 – Speciile de microorganisme la adâncimea solului de 0-15 cm (4)

Microorganisme	Numărul într-un gram de sol	Biomasa (g/m ²)
Bacterii	10 ⁸ -10 ⁹	40-500
Actinomicete	10 ⁷ -10 ⁸	40-500
Fungi	10 ⁵ -10 ⁶	100-1 500
Alge	10 ⁴ -10 ⁵	1-50
Protozoare	10 ³ -10 ⁴	Variază
Nematode	10 ² -10 ³	Variază

ECHILIBRUL BIOLOGIC

Dezechilibrat:

Anaerob - descompunere fără aer.

Echilibrat:

Aerob – descompunere cu aer.

Simptome:

- 1.Descompunere redusă a materiei organice.
- 2.Miros acru; descompunere anaerobă care produce alcool și formaldehidă.
- 3.Probleme cu insecte și boli.

Rezultate:

- 1.Descompunere rapidă a materiei organice.
- 2.Sol afânat cu miros de pământ.
- 3.Prezența rămelor.
- 4.Creștere mai bună a culturilor.
- 5.Plante mai sănătoase.

Teste practice a solului în câmp

Au fost descrise trei aspecte privind sănătatea solului, dar cum poate fi evaluată sănătatea solului de către fermier? Există modalități destul de simple, rapide și ieftine de a evalua sănătatea generală a solului, prin efectuarea testelor a solului în câmp. Aceste teste pot oferi indicații pentru a preveni potențialele probleme. Multe dintre aceste teste necesită doar instrumente de bază.

Evaluarea vizuală a structurii solului (VESS)^{5, 6}

Structura solului afectează penetrarea rădăcinilor, disponibilitatea apei pentru plante și aerarea solului. VESS este un test simplu, rapid, care asigură evaluarea structurii solului pe baza aspectului și simțului unui bloc de sol. Este o metodă potrivită pentru a evalua, în diferite straturi de sol, impactul practicilor de lucrare a solului și practicilor de management. Poate fi determinată adâncimea și grosimea stratului superior dur al solului. Dimensiunea și forma rădăcinilor observate vizual în timpul VESS, pot oferi o bună informație privind calitatea structurii solului. La fel, pot fi observați dăunătorii și bolile rădăcinilor. Flexibilitatea și simplitatea în utilizare, permite fermierului să examineze cu ușurință diferite părți ale câmpului. Blocul de sol este săpat cu un hârleț de aproximativ 20 cm lățime. Hârlețul de grădinărit poate fi utilizat pentru săpat, dar de preferință se folosește un hârleț cu lama mai lungă de 35 - 45 cm (a se vedea imaginea 1), care permite pătrunderea prin stratul dur creat ca urmare a lucrării solului. Adâncimea tălpii plugului este de obicei între 25 - 35 cm, în funcție de practicile de lucrare a solului. Prelevarea mostrelor de sol poate fi efectuată în orice moment a anului, dar de preferință atunci când solul este încă umed. Rădăcinile se văd cel mai bine într-o cultură înființată sau câteva luni după recoltare.



Imaginea 1 –Hârleț cu lamă lungă și îngustă.

Sursa www.amazon.com

Locul de prelevare a mostrei

Se selectează o zonă de cultură uniformă, zona unde culoarea solului sau alt indiciu prezintă suspiciunea unei probleme. Se recomandă prelevarea multiplă de probe, deoarece acest lucru poate oferi fermierului o imagine de ansamblu mai bună. Necesită atenție zonelor de unde se vor preleva mostrele, adică marginile și zonele limitrofe ale câmpului, care se compactează datorită întoarcerii mașinilor agricole, comparativ cu compactarea generală a solului cauzată de lucrarea acestuia.

Metoda de evaluare

1. Extragerea blocului de sol (2 opțiuni)

a) Sol afânat – Se îndepărtează un bloc de pământ de aproximativ 15 - 30 cm grosime direct la toată adâncimea hârlețului și se așează hârlețul împreună cu pământul pe o foaie, o tava sau o farfurie.

b) Sol dur – Se sapă o gaură puțin mai lată și mai adâncă decât hârlețul, lăsând o parte a găurii neatinsă. Pe partea neatinsă, se taie fiecare parte a blocului cu hârlețul și se scoate blocul așa cum se menționează în opțiunea a.

Imaginea 2 – Blocul de sol prelevat cu un hârleț:

https://www.sruc.ac.uk/info/120625/visual_evaluation_of_soil_structure



Examinarea blocului de sol (2 opțiuni)

a) Structură uniformă – Se îndepărtează orice porțiune de sol compactat de resturi din jurul blocului.

b) Două sau mai multe straturi orizontale de structuri diferite – Se estimează adâncimea fiecărui strat și se pregătește înregistrarea acestora în mod separat.

2. Spargerea blocului de sol

Se măsoară lungimea blocului și se analizează straturile. Se manipulează ușor blocul folosind ambele mâini pentru a descoperi straturile coezive sau aglomerările de agregate. Dacă este posibilitate, se separă solul în agregate naturale și bulgări de pământ (bulgări creați prin practici agricole). Bulgării sunt agregate mari, dure, coezive și rotundite.

3. Separarea agregatelor mai mari pentru confirmarea scorului

Se separă bucățile mai mari și se fragmentează blocul de sol până când se formează bucăți de agregate de 1,5 - 2,0 cm. Se examinează forma, porozitatea, rădăcinile și se evaluează simplitatea separării. Mulțimile pot fi separate în agregate ne poroase cu colțuri unghiulare, care reprezintă niște indicatori pentru o structură slabă și un scor mai mare.

4. Atribuirea scorului

Se compară solul cu categoria care se potrivește cel mai bine din imagini (vezi tabelul 2).

5. Confirmarea scorului

Factorii care măresc scorul:

- Dificultatea la extragerea blocului de sol
- Agregatele mai mari, mai unghiulare, mai puțin poroase, cu găuri mari de la răme
- Prezența grupurilor de rădăcini, rădăcinilor îngroșate și defectele rădăcinilor
- Buzunarele sau straturile de sol cenușiu, mirosul de sulf și prezența ionilor feroși indică prezența proceselor anaerobe
- Fragmentare agregată – spargerea agregatelor cu diametrul mai mare de 1,5 - 2,0 cm pentru a determina tipul lor

6. 1. Calcularea scorurilor blocurilor pentru două sau mai multe straturi de structură diferită

Se înmulțește scorul pentru fiecare strat cu grosimea acestuia și se împarte produsul la adâncimea totală.

Exemplu: Pentru un bloc de 25 cm cu 10 cm adâncime de sol afânat (Sq1) peste un strat mai compact (Sq3) la 10 - 25 cm adâncime, scorul blocului este $(1 \times 10) / 25 + (3 \times 15) / 25 = \text{Sq } 2.2$

Scorul: Scorurile se pot încadra între categoriile Sq, dacă au proprietățile ambelor. Scorul de la 1 la 3 sunt de obicei acceptabile, în timp ce scorul de 4 sau 5 indică asupra necesității schimbării de management.

Determinarea conținutului de calciu

Această metodă simplă de determinare poate fi realizată în timpul VESS. Un factor important al stabilității structurale a solului este prezența ionilor de calciu și magneziu într-un conținut suficient. Acestea permit o conexiune bună între humus și particulele de argilă. Aplicarea unei soluții de HCl 10% pe blocul de sol extras, poate determina prezența particulelor de var, prin analiza vizuală sau auditivă a bulelor de gaz care apar.



Tabelul 2 – Diagrama scorului pentru VESS, preluat din: https://www.sruc.ac.uk/info/120625/visual_evaluation_of_soil_structure

Calitatea structurii	Mărimea și aspectul agregatelor	Porozitatea vizibilă și rădăcinile	Aspectul după rupătură: același sol cu prelucrare diferită	Caracteristica distinctivă	Aspectul și descrierea fragmentului natural sau redus de diametru de ~ 1,5 cm
Sq1 Fragil Agregatele se sfărâmă ușor cu degetele	Majoritatea < 6 mm după fărâmițare	Foarte poros Rădăcini prin tot solul			Acțiunea de a sfărâma blocul este suficientă pentru a le descoperi. Agregatele mari sunt compuse din altele mai mici, ținute de rădăcini.
Sq2 Intact Agregatele se rupe ușor cu o singură mână	Un amestec de agregate poroase, rotunjite, de la 2 mm la 7 cm. Nu sunt prezenți bulgări.	Majoritatea agregatelor poroase Rădăcini prin tot solul			Agregatele când sunt obținute, sunt rotunjite, foarte fragile → se sfărâmă foarte ușor și sunt foarte poroase.
Sq3 Dur Majoritatea agregatelor se sfărâmă cu o singură mână	Un amestec de agregate poroase de la 2 mm - 10 cm; mai puțin de 30% sunt < 1 cm. Pot fi prezente unele agregate unghiulare, ne poroase (bulgări).	Sunt prezenți macroporii și fisurile. Porozitatea rădăcinile ambele în agregate.			Fragmentele agregate sunt foarte simplu de obținut. Au puțini pori vizibili și sunt rotunzi. De obicei rădăcinile cresc prin agregate.
Sq4 Compact Necesită un efort considerabil pentru a sfărâma agregatele cu o singură mână	Majoritatea mari > 10 cm și sub-unghiular ne poroase; posibil orizontal / plat, de asemenea; mai puțin de 30% sunt < 7 cm.	Puțini macroporii și fisuri. Toate rădăcinile sunt grupate în macroporii și în jurul agregatelor.			Fragmentele de agregate sunt ușor de obținut când solul este umed, în forme de cub care sunt foarte ascuțite și prezintă fisuri la interior.
Sq5 Foarte compact Dificil de sfărâmat	Majoritatea mari > 10 cm, foarte puține < 7 cm, unghiulare și ne poroase	Porozitate foarte scăzută. Pot fi prezenți macroporii. Poate conține zone anaerobe. Puține rădăcini, dacă există, și limitate la crăpături.			Fragmentele agregate sunt ușor de obținut atunci când solul este umed, deși poate fi necesară o forță considerabilă. De obicei nu sunt vizibili pori sau fisuri.

Testul Slake (Stabilitatea agregatului umed)^{7, 8, 9}

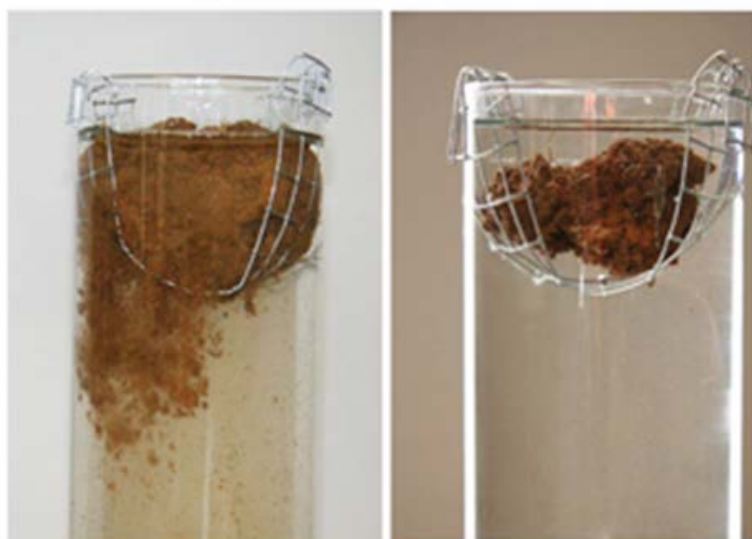
Testul saturării permite determinarea capacității de reținere a apei în sol. Este, de asemenea, un indicator al activității biologice și a carbonului organic al solului. Solul bine structurat este compus din agregate de sol.

Metoda de evaluare

Se pune o bucată de sol pe o sită din sârmă, care este agățată de marginile unui borcan plin cu apă. Se așteaptă și se observă dacă bucățile de sol se scufundă în apă. Dacă solul începe să se destrame fără a se agita borcanul, solul are o structură afânată. Solurile sănătoase au un conținut bun de materie organică. Solul cu asemenea structură poate rezista la agitare puternică a borcanului, în timp ce apa rămâne limpede. Bulele mici emise de bucățile de la suprafață sunt, de asemenea, un bun indicator al structurii poroase tipice pentru solurile sănătoase. Acești pori sunt ținuti împreună de „cleiurile” hidrofobe secretate de microorganisme. Mai multe bucăți de sol, colectate din diferite părți ale câmpului, pot fi observate și comparate simultan, oferind o imagine de ansamblu mai bună. Testul saturării poate oferi fermierului informația despre cum se va comporta solul în cazul ploilor abundente privind infiltrarea apei. Solurile sănătoase sunt mai puțin predispuse la eroziunea apei.

Imaginea 3 – Compararea a două mostre de sol cu practici de management diferite. Mostra din stânga are în mod clar o structură slabă, ceea ce poate indica faptul că solul este mai predispus la eroziunea apei.

Sursa: <https://www.thepacker.com/news/sustainability/give-your-soil-physical-exam>



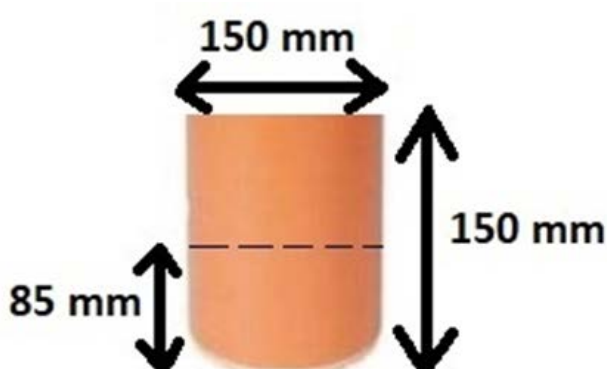
Testul de infiltrare¹⁰

Datorită modificării recente a precipitațiilor cauzate de schimbările climatice, se estimează că ploaia va fi distribuită neuniform pe tot parcursul sezonului de vegetație. Solul cu structură slabă și rată proastă de infiltrare poate duce la o capacitate mai mică de reținere a apei în sol, va afecta direct culturile datorită utilizării reduse a apei de ploaie.

Metoda de evaluare

Suprafața de 150 mm x 150 mm aleasă pentru efectuarea testului de infiltrare ar trebui să fie curățată de orice resturi, buruieni și vegetație cu ajutorul unui cuțit. Se introduce o țeavă de plastic / metal (dimensiuni - 150 mm diametru și 150 mm înălțime) în solul gol până la 85 mm adâncime. Se toarnă 450 ml de apă în butelie și se pornește cronometrul. Se înregistrează timpul până când apa dispare (suprafața solului strălucitoare). Pentru a calcula rata de infiltrare, împarte 91 440 la nr. de secunde, care și reprezintă numărul de mm infiltrat într-o oră.

Exemplu: 3 000 secunde înregistrate → $91\,440 / 3000 = 30,48$ mm infiltrare într-o oră. Furtunile pot oferi o cantitate mare de ploaie, în decurs de o oră. Precipitațiile de 50 - 70 mm, nu sunt o excepție. Dacă apa este distribuită mai ales de precipitațiile cauzate de furtuni, prin urmare infiltrarea trebuie menținută la cel mai înalt nivel.



Imaginea 4 – În acest scop, se poate folosi țeavă din plastic.
Autor: Adam Brezáni



Imaginea 5 – Înregistrarea timpului de infiltrare a apei.
Sursa: <https://soils.vidacycle.com/soil-tests/1-3-infiltration-rate/>

Testul Simplificat de Azot^{11, 12}

Un test simplu al nitraților poate fi utilizat pentru estimarea brută a conținutului de nitrați din sol. Un mare avantaj al acestei metode este rapiditatea, simplitatea, independent de tipul de operațiune (pășune sau teren arabil) care poate fi efectuată. Rezultatul este doar o estimare aproximativă, dar poate ajuta la luarea deciziilor cu privire la așa subiecte precum: este utilă cultivarea leguminoaselor în momentul actual? Ce cultură succesivă ar trebui cultivată? Cum pot fi prevenite pierderile de nitrați? Pe de altă parte, dacă solul este predispus la levigarea nitraților, acesta nu are doar efect asupra contaminării potențiale a rezervoarelor de apă sau asupra dăunării mediului prin levigare, dar, deoarece azotul NO_3 este o parte importantă a nutriției culturilor cu azot, înseamnă că fermierul pierde bani din cauza valorificării necorespunzătoare a nitraților din sol, cel mai probabil din cauza practicilor proaste de management. Nitrații pierduți ar fi putut fi preluați de culturile care sunt destinate comercializării și ar putea contribui la randamente mai mari.

Metoda de evaluare

Pentru a obține o probă reprezentativă de sol → se amestecă 10 mostre de sol din zona dorită – zona relativ omogenă, unde au fost aplicate aceleași practici de management. Mostra trebuie analizată cât mai curând posibil sau refrigerată. Înaintea testării nitraților, se determină umiditatea solului cu degetele. Solul umed în mod natural este cernut (dimensiunea găurii este de aproximativ 5 mm). 100 g de sol cernut este transferat într-un borcan sau flacon. Se adaugă 100 ml apă distilată (nu conține nitrați). Borcanul sau flaconul este agitat până când soluția este omogenizată. Apoi amestecul de sol este filtrat printr-un filtru de hârtie pliat prin scufundarea filtrului într-un borcan sau flacon. Soluția se scurge încet deasupra filtrului, separând soluția de sol de lichidul limpede filtrat. Nitrații sunt determinați folosind benzi de măsurare a azotului. Acestea sunt disponibile în consumabilele de laborator sau farmacii. Fâșiile de măsurare sunt scufundate în filtrat timp de o secundă. Ambele părți ale benzilor de măsurare trebuie acoperite cu lichid. După un minut, culoarea benzii de măsurare începe să se schimbe și poate fi comparată cu scala distribuită împreună cu testul. Rezultatul citit este înmulțit cu factorul în funcție de umiditatea solului, care a fost testat între degete.

Tabelul 3 – Factorul de umiditate al solului pentru determinarea nitraților din sol (11)

Umiditatea solului	Testarea solului cu degetele	Factor
12%	Se sfărâmă între degete	1,3
15%	Se simte umed	1,4
18%	Se lipește de degete	1,5

Exemplu: Rezultatul indică nivelul de 25 de nitrați în solul umed (15%) → $25 \times 1.4 = 35$ kg/ha de NO_3 .

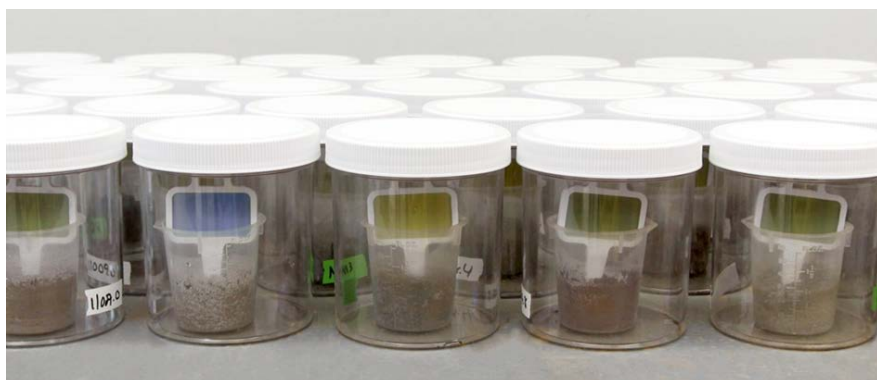


Testul privind determinarea respirației solului ²⁹

Testul pentru determinarea respirației în câmp

Pentru determinarea sănătății solului, prin determinarea dioxidului de carbon (CO_2) din sol, se folosește un kit de măsurare. Emisiile de CO_2 din sol se datorează în primul rând respirației microbiene. Nivelul activității microbiene reprezintă un indicator al cantității de materie organică activă descompusă și a conținutului de substanțe nutritive eliberate. Solvita® este un sistem de măsurare brevetat, care folosește o sondă de gel impregnată cu chimie sensibilă la molecule de gaz specifice și își modifică culoarea proporțional cu concentrația lor. Culorile gelului sunt comparate vizual cu o diagramă de culori pentru interpretare. Testul de determinare a respirației CO_2 în câmp Solvita este conceput pentru testarea solului proaspăt neatins.

Pe pagina web al Solvita <https://solvita.com/soil/basal-co2-guide/>, este posibilă estimarea rezultatului CO_2 -C și mineralizarea estimată a azotului, care va fi pe parcursul sezonului de creștere, având în vedere temperatura, umiditatea și lungimea sezonului în funcție de inputuri.



Imaginea 7 - Testul privind determinarea respirației CO_2 în câmp efectuat de către Solvita.
Sursa: <https://solvita.com/co2-burst/>

Testul pentru determinarea respirației CO₂ în laborator

Acest test reprezintă cantitatea de CO₂-C (ppm) eliberată în decurs de 24 de ore de microbii solului, după ce proba de sol a fost uscată și reumectată (așa după cum se întâmplă în mod natural în câmp). Acesta este un indicator de măsură a biomasei microbiene din sol și este legată de fertilitatea solului și de potențialul de activitate microbiană.

Laboratoarele comerciale au diferite metode de interpretare a datelor privind CO₂ măsurat. Vedeți un exemplu al laboratorului WARD, Inc.:

Tabelul 4 - Tabelul de clasificare a respirației solului conform Laboratorului Ward, Inc.

Sursa: <https://www.wardlab.com/soil-respiration-test/>

CO ₂ -C în ppm	Clasificare	Implicații
0-10	Foarte scăzut	Potențial foarte mic de activitate microbiană; ciclu lent al nutrienților și descompunerea reziduurilor; reziduurile cu conținut ridicat de carbon pot dura > 2-3 ani cu umiditate limitată; aproape că nu se acordă credit de N; poate fi necesar N suplimentar din cauza imobilizării microbiene.
11-20	Scăzut	Potențial minim pentru ciclul nutrienților; gestionarea reziduurilor poate rămâne încă o problemă; aport de N foarte puțin sau deloc.
21-30	Sub medie	Ceva potențial pentru ciclul nutrienților; gestionarea reziduurilor poate rămâne încă o problemă pentru utilizarea prelungită a culturilor cu conținut ridicat de carbon; aport slab de N.
31-50	Puțin sub medie	Potențial scăzut până la moderat de activitate microbiană; se poate acorda un anumit aport de N.
51-70	Puțin peste medie	Potențial moderat de activitate microbiană; se poate acorda un aport moderat de N; poate fi începută reducerea unei anumite cantități de îngrășământ cu azot.
71-100	Peste medie	Potențial bun de activitate microbiană; poate fi acordat un aport moderat de N în funcție de conținutul de N organic; poate fi redusă în mod tipic doza de aplicare al N.
101-200	Înalt	Potențial ridicat de activitate microbiană; ar putea fi necesare mai multe inputuri de carbon pentru a susține biomasa microbiană; poate fi acordat un aport moderat până la mare de N din cantitățile de N organic disponibil; reducerea îngrășământului de N poate fi substanțială.
>201	Foarte înalt	Potențial ridicat până la foarte mare de activitate microbiană; descompunerea reziduurilor poate fi <1 an; păstrarea solului acoperit ar putea reprezenta o problemă în unele sisteme; poate fi acordat un potențial ridicat de mineralizare cu azot și credite de N din rezervele de N organice disponibile; reducerea îngrășământului poate fi substanțială.

Trebuie acordată atenție la interpretarea testelor de determinare a respirației CO₂, deoarece acestea pot varia în funcție de tipul de sol, precipitații, regiunea climaterică și practicile de management (îngrășămintele de gunoi de grajd sau compost, culturile succesive, lucrarea solului etc.).



Analiza chimică a solului^{1, 13, 14, 15, 16}

Testele în câmp menționate mai sus pot oferi multe informații privind sănătatea generală a solului. Cu toate acestea, testele realizate în câmp sunt insuficiente pentru determinarea nutrienților. Nu poate fi determinat deficitul sau surplusul de nutrienți, și, prin urmare, gestionarea în mod corespunzător. Se pot face presupuneri privind conținutul de nutrienți luând în considerare simptomele, cum ar fi culoarea neobișnuită a frunzelor, ofilirea frunzelor tinere, daune excesive cauzate de boli și dăunători. Cu toate acestea, de obicei aceste simptome nu sunt suficiente pentru a aprecia starea reală a nutrienților disponibili în sol.

Pentru un sol echilibrat, testarea solului este importantă în vederea luării deciziilor privind îngrășământul sau agenții de corecție care trebuie aplicați solului. Principalul dezavantaj al testelor de sol sunt interpretarea rezultatelor. Diferite laboratoare pot efectua aceleași teste, dar diferențele ușoare dintre echipamente și protocolul aplicat, vor afecta rezultatul. Atâta timp cât un fermier nu se poate baza pe o interpretare clară a testului solului, acest lucru poate descuraja fermierul să facă alte analize. Acest fapt ar putea duce la practicarea managementului necorespunzător al nutrienților.

Există două argumente pentru folosirea unuia și aceluiași laborator:

1. Rezultatele testelor de sol pentru același câmp pot fi comparate an de an,
2. Recomandările pentru corecțiile aplicabile solului sunt coerente.

Testele de sol privind determinarea conținutului de minerale în sol, se efectuează prin extragerea lor din probă cu un acid ușor. Acest test al solului se limitează la determinarea a ceea ce poate fi extras prin această metodologie. Testele respective nu măsoară structura biologică sau toate mineralele din sol. Există și alți factori importanți privind sănătatea solului, care vor afecta calitatea acestuia (vezi capitolele de mai sus). Un alt factor important pentru a fi luat în considerare este pH-ul. Testele de sol sunt concepute pentru a funcționa în intervalul pH-ului și, dacă nivelul este ridicat sau scăzut, rezultatele nu vor fi la fel de precise. Dacă pH-ul solului analizat se încadrează în una dintre aceste două extreme, sunt necesare teste ale țesuturilor plantelor sau teste ale furajelor pentru a crea o idee mai bună despre mineralele disponibile în sol.

Considerând că testele solului au limitările sale, este important să se preia mostre de sol la fiecare doi, maxim cinci ani. Un test de sol oferă o estimare a conținutului de nutrienți din sol și poate indica dacă cantitatea este suficientă, în exces sau deficitară. De asemenea, este foarte important să analizăm toți macro-nutrienții și micro-nutrienții, nu doar la NPK. Un test bun al solului include măsurători de fosfor, potasiu, calciu, magneziu, sulf, zinc, mangan, fier (Fe), cupru și bor, precum și materie organică, CEC (capacitatea de schimb cationic) și pH.

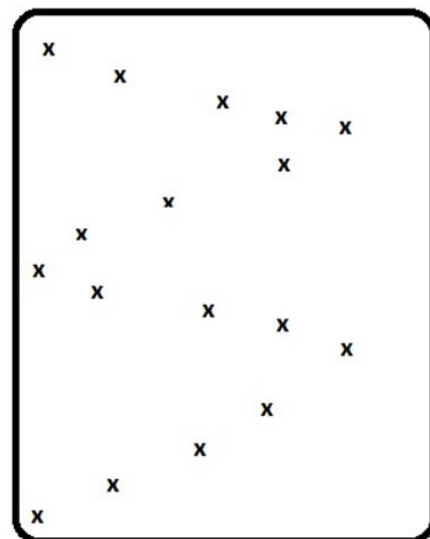
Primul lucru pe care trebuie să îl analizăm într-un raport de analiză al solului sunt corecțiile necesare a fi aplicate solului. Determinarea corecției necesare a fi aplicată solului este simplă: indiferent de nutrienții care lipsesc în sol și este nevoie de adăugat.

Exemplu: Solul este bogat în magneziu și sărac în calciu. Prin urmare, este nevoie de calciu, nu de magneziu. Calcarul dolomitic $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ar fi alegerea greșită pentru acest sol, deoarece nu mai este nevoie de magneziu. Gipsul CaSO_4 sau calcarul cu conținut ridicat de calciu - carbonatul de calciu CaCO_3 ar fi o alegere mai bună.

Este important de evaluat excesele, precum și deficitul. Există interacțiuni între minerale în sol, iar un mineral în exces poate provoca la fel de multe probleme precum un mineral care este deficitar. Pentru a oferi o hrană echilibrată culturii, trebuie să fie un echilibru între conținutul tuturor mineralelor. O atenție deosebită trebuie acordată oligoelementelor, precum și conținutului de bor și sulf, deoarece cultura le va elimina și acestea nu se acumulează în sol.

Prelevarea mostrelor

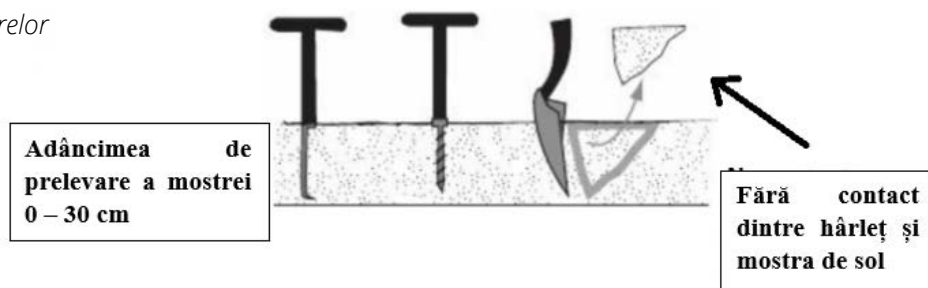
Câmpul ales pentru prelevarea de mostre poate fi privit ca un tot întreg sau poate fi împărțit în zone, dacă este foarte heterogen. Cu toate acestea, suprafața necesită o abordare specială pentru obținerea hărții și pentru aplicatorul de îngrășămintă cu rată variabilă, ceea ce nu este atât de obișnuit. Pentru majoritatea fermelor, tratarea unui câmp ca un tot întreg funcționează bine. Se recomandă prelevarea a aproximativ 15-20 de mostre de sol din câmpul dorit, pentru a crea o mostră mixtă reprezentativă din întregul câmp, care a fost gestionat ca o unitate. Trebuie evitate marginile, părțile coborâte ale câmpului, locurile cu drenaj slab și capătul rândurilor. Deplasarea pe câmp în formă de zigzag în vederea prelevării de mostre este aplicată pentru a evita urmele tractoarelor, a rândurilor semănăturilor, a direcției de aplicare a gunoiului de grajd și a solului mai afânat ca urmare a operațiunilor de arat. Probele pot fi prelevate folosind o sondă, burghiu, șnec sau un hârleț obișnuit. Dacă se utilizează un hârleț, este important a nu se testa solul, care a fost în contact direct cu instrumentul, deoarece materialul din care este confecționat hârlețul, poate afecta analiza solului. Șnecurile și sondele profesionale sunt fabricate de obicei din materiale care nu afectează analiza.



Imaginea 8 – Model zig-zag pentru prelevarea mostrei de sol.
Sursa: Adoptat (13)

Imaginea 9 – Metode de prelevare a mostrelor folosind sonda, burghiul și hârlețul.

Sursa: Adoptată (13)



CEC: Capacitatea de schimb cationic

Capacitatea de schimb cationic este capacitatea solului de a adsorbi și a schimba cationi. Adsorbția este adeziunea atomilor, ionilor sau moleculelor dintr-un gaz, lichid sau solid dizolvat la o suprafață. Particulele de argilă și materia organică stabilă (humus) au ambele puncte negative pe suprafața lor care pot adsorbi nutrienții. Odată ce opusele se atrag, aceste puncte negative se țin de moleculele încărcate pozitiv, numite cationi. CEC variază între tipurile de sol. Cu cât un sol are mai multă argilă și humus, cu atât CEC este mai mare și, prin urmare, capacitatea sa de a ține cationii este mai mare. În termeni practici, aceasta înseamnă că unele soluri au o capacitate mai mare de stocare a substanțelor nutritive, în timp ce alte soluri au mai multe limitări.

pH

Un interval bun pentru pH este, în general, între 6,8 și 7,2. Acest interval este optim atât pentru ciupercile, cât și bacteriile solului, sporind, de asemenea, mineralele din sol deținute de argilă și humus în sol și capacitatea de a accesa aceste minerale.

Dacă pH-ul solului este sub 6,5, se recomandă folosirea varului pentru a apropia pH-ul de 7,0. Cantitatea și tipul acestuia depinde de tipul de sol, de conținutul altor minerale prezente în sol și de perioada de timp în care fermierul își propune să sporească nivelul pH-ul solului. Pe un sol cu pH scăzut, rezultatele testelor solului privind conținutul de minerale sunt adesea crescute artificial și aceste cifre vor scădea după îmbogățirea cu oxid de calciu. De asemenea, la un pH scăzut, disponibilitatea fierului și aluminului pentru plantă crește în detrimentul altor cationi care în general sunt mult mai doriți, cum ar fi calciu și magneziu. Un pH scăzut nu este benefic pentru majoritatea plantelor în ceea ce privește energia sau nutriția.

La un pH mai mare de 7,5, rezultatele testelor solului pot fi scăzute artificial și poate să nu reflecte cu exactitate nivelul de nutrienți pe care plantele îl pot accesa în sol. Fosforul este adesea legat de solurile cu pH ridicat, iar plantele cu deficit de fosfor nu au energie și nu sunt sănătoase. În plus, un pH ridicat va afecta viața solului și poate însemna că solul are o populație mai mică de ciuperci. Un mijloc de diminuare a acestei probleme este adăugarea de materie organică în sol, prin sporirea cultivării sideratelor și fertilizarea solului cu compost și gunoi de grajd.

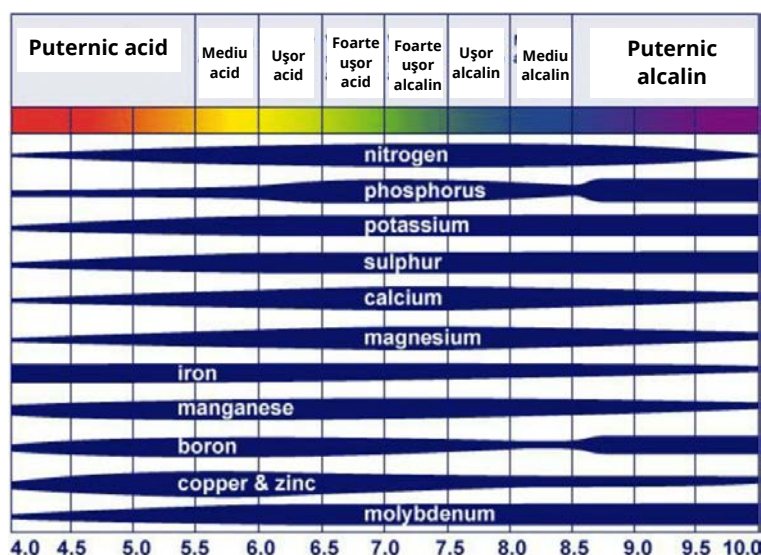


Figura 1 – Efectul pH-ului asupra disponibilității nutrienților (14)

- ← Azot
- ← Fosfor
- ← Potasiu
- ← Sulf
- ← Calciu
- ← Magneziu
- ← Fier
- ← Manganul
- ← Bor
- ← Cupru și Zinc
- ← Molibden

Azotul

Plantele au nevoie de mai mult azot decât orice alt element obținut din sol, care este adesea deficitar în timpul sezonului de creștere. Azotul are mai multe funcții la creșterea plantelor; face parte din toate proteinele, enzimele, ADN-ul și multe alte molecule metabolice. Azotul se poate deplasa în plantă (este mobil) și este necesar în mod proporțional la fazele incipiente de creștere. Simptomele deficitului de azot sunt: creșterea lentă a vârfurilor și rădăcinilor, frunzele mai vechi devenind galbene, apoi maronii, în special în apropierea părții centrale.

Sursele de Azot:

1. Compostul – poate conține în medie 2%. Compostul este foarte eficient, deoarece este o hrană echilibrată pentru plante. Conține, de asemenea, stimulatori de creștere a plantelor și humus pentru a îmbunătăți structura solului.
2. Gunoiul de grajd – gunoiul de pasăre are cel mai mare conținut de azot (până la 8%). Gunoiul de grajd este excelent pentru o aplicare superficială în toamnă, astfel încât organismele din sol să-l transforme în forme utilizabile de către plantă.
3. Îngrășămintele verzi – pot furniza de la 0,5 până la 5% azot. Leguminoasele precum lucerna, trifoiul dulce, trifoiul roșu, fasolea etc. produc cel mai mult azot. Gramineele (secară, secară italiană etc.) sunt bune în faza de creștere. Îngrășămintele verzi sunt valoroase nu doar pentru azot, dar și construiesc structura solului, rețin umiditatea și hrănesc organismele solului.

Fosforul

Fosforul furnizează energie plantelor, deci este bine ca conținutul acestuia în sol să fie suficient. Cu toate acestea, inputurile de fosfor trebuie reglementate cu atenție, deoarece scurgerile acestui nutrient reprezintă o sursă de poluare a apelor subterane. Gestionarea atentă a conținutului de fosfor prin încorporarea inputurilor în sol minimizează scurgerile. Odată ce fosforul este încorporat în sol, acesta tinde să se lege mai degrabă decât să se spele. Este foarte dificil de sporit conținutul de fosfor din sol și este necesară o cantitate substanțială de inputuri pentru a spori nivelul fosforului. Conținutul optim de fosfor disponibil este de aproximativ 25 - 50 ppm și 50 - 100 ppm din cantitatea de rezervă de fosfor din sol. Atenție: Un rezultat corespunzător de fosfor la testarea solului nu înseamnă că există fosfor disponibil pentru plante. Este dificilă obținerea unei absorbții bune a fosforului fără materie organică în sol și o viață sănătoasă a solului. Cea mai bună modalitate de a evalua dacă o cultură are un conținut corespunzător de fosfor, este efectuarea testării tisulare sau testarea furajelor. Citirea unui rezultat al testării țesuturilor, care indică conținut ridicat de fosfor, reprezintă un indicator foarte bun al unui sol sănătos și biologic activ. De exemplu, un sol ușor cu un CEC de cinci sau mai mic și conținut scăzut de materie organică care indică nivel ridicat de fosfor la testarea solului, poate lăsa totuși culturile cu deficit de fosfor.

Solul sănătos favorizează creșterea micorizei. Această ciupercă simbiotică trăiește parțial în interiorul rădăcinii plantei, dar nu acționează ca un parazit sau ca agent patogen al bolii. Micorizele cresc celule subțiri în solul înconjurător, pătrunzând mai adânc decât firele rădăcinii.

Ele pot mări suprafața absorbantă a rădăcinii de până la 100 de ori. Absorb apa și substanțele nutritive pe care rădăcina nu le-a putut ajunge, astfel îmbunătățesc nutriția culturii și rezistența la secetă. În schimb, rădăcina dă ciupercii o parte din hrana exudată a sa. S-a descoperit că micorizele cresc absorbția fosforului, azotului, sulfului, zincului, cuprului și molibdenului, iar în solurile cu conținut scăzut de fosfor crește absorbția fosforului.

Un sol cu conținut ridicat de calciu este mai bun decât un sol cu conținut scăzut de calciu acid, iar sursele naturale de fosfor extrase care conțin calciu, cum ar fi fosfatul de rocă, sunt un material bun cu eliberare lentă, în special în solurile cu activitate biologică ridicată. O altă sursă bună de fosfor pentru agricultura ecologică este gunoiul de grajd, în special gunoiul de pasăre. Pentru a utiliza fosfatul de rocă, se recomandă amestecarea acestuia cu gunoiul de grajd înainte de împrăștiere. Fosfatul de rocă leagă azotul, iar forma minerală a fosforului este, de asemenea, mai accesibilă prin acțiunea microbiană.

Marea parte a fosforului din sol nu este disponibil pentru plante. Microorganismele de solubilizare a fosfatului (PSM) joacă un rol important în solubilizarea și mineralizarea acestor forme fixe în forme biodisponibile prin reacții care sunt complexe, și care oferă soluții simple pentru deficitul de P în sol. Un număr substanțial de specii microbiene manifestă capacitatea de solubilizare a P-ului; acestea includ bacterii, ciuperci, actinomicete și chiar alge. Produsele pentru agricultura ecologică care constau din PSM sunt deja disponibile pe piață. Aceste produse sunt de obicei sub formă lichidă și se aplică în timpul însămânțării sau cultivării câmpului prin încorporarea lor în sol. Cele mai populare specii de bacterii utilizate sunt tulpinile *Pseudomonas* și *Bacillus*, dar acestea diferă în funcție de producător. Chiar dacă PSM poate asigura o absorbție mai bună a P-ului pentru culturi, trebuie de considerat faptul că efectul pozitiv variază. Este importantă încorporarea PSM în sol, deoarece majoritatea acestora nu sunt rezistente la razele ultraviolete. Un alt factor este activitatea biologică reală a solului. PSM apare în sol în mod natural. Cu cât prelucrarea solului este de o natură mai puțin invazivă și cantitatea materiei organice în sol mai mare, cu atât mai multe PSM se găsesc în mod natural în sol. Prin urmare, produsele PSM nu pot fi considerate îngrășăminte convenționale și ar trebui luată în considerare aplicarea acestora, atunci când condițiile solului sunt favorabile în ceea ce privește structura fină, cantitatea suficientă de materie organică și activitatea biologică ridicată pentru a maximiza efectul.

Potasiul

Potasiul este necesar plantelor pentru diverse activități metabolice, inclusiv funcții enzimatice, utilizarea apei, echilibrarea sarcinilor electrice din celule și eliberarea de energie. Culturile cu un conținut suficient de potasiu cresc bine, au tulpini puternice (rezistă la pătulire), produc mult zahăr și proteine, se maturizează devreme și au rezistență la boli. Potasiul este necesar pe tot parcursul sezonului de creștere și este mobil în interiorul plantei. Simptomele deficitului de potasiu sunt creșterea lentă, tulpinile slabe și marginile frunzelor mai vechi devin galbene, apoi maronii, în special între vene.

Majoritatea solurilor au cantități suficiente de potasiu, cu excepția solului nisipos. Cu toate acestea, peste 90% din potasiul total este legat și indisponibil plantelor. O parte din potasiu poate fi eliberat prin acțiune microbiană, dar de obicei nu este suficient pentru a hrăni cultura pentru un an. Conținutul ridicat de materie organică și calciu din sol vor reduce fixarea potasiului în particulele de argilă.

Valorile recomandate sunt 125 ppm și peste 2,5% din potasiul disponibil în sol. Dacă solul este aproape de nisipul pur, procentul de potasiu necesar pentru atingerea valorii recomandate de 125 ppm este foarte mare și este dificil pentru sol să păstreze atât de mult din nutrienți. Valorile excesive ale potasiului pot crea probleme asupra sănătății animalelor datorită utilizării acestor furaje. Este recomandată asigurarea culturilor cu potasiu în timpul sezonului de creștere.

Sursele de potasiu sunt dejecțiile animalelor (cu eliberare lentă), reziduurile vegetale precum, lucerna sau trifoiul, sulfatul de potasiu sau sulfatul de magneziu și potasiu.

Calciul

Calciul are multe funcții importante în plantă. Acesta întărește pereții celulari și este necesar pentru creșterea vârfurilor și a rădăcinilor. Acesta joacă un rol cheie în funcțiile membranei celulare și în transferul de substanțe în sau din celule. Controlează mai multe enzime metabolice și unele procese în respirația celulară (eliberare de energie). Este necesar pentru utilizarea normală a azotului și pentru producerea de proteine. Îmbunătățește calitatea fructelor și crește rezistența la boli. Calciul este extrem de important pentru cultivarea leguminoaselor. La fel ca porumbul și alte culturi au nevoie de mult azot pentru a se dezvolta, leguminoasele au nevoie de mult calciu. Calciul îmbunătățește, de asemenea, structura solului și este foarte important pentru creșterea și sănătatea plantelor. Relația dintre calciu, magneziu și potasiu influențează structura solului și absorbția de calciu de către plante. Alte beneficii ale conținutului de calciu relativ ridicat din sol include, structura îmbunătățită a solului (floculează sau aglomerează particule coloidale) și stimularea organismelor benefice ale solului, inclusiv bacteriile fixatoare de azot și râmele. Cu o bună activitate biologică, este sporită degradarea materiei organice, la fel ca și eliberarea de nutrienți. În general, este îmbunătățită creșterea și calitatea culturilor. Asimilarea altor elemente de către plante, de asemenea, contribuie la recolte mai nutritive.

Calciul este legat de particulele de argilă, rezultând o cantitate mai mare în solurile bogate în argilă, mai degrabă decât în nisip. Saturația de bază recomandată este de 70 - 85% din calciu. Îmbogățirea suplimentară cu calciu este o investiție bună care merită, chiar și pentru solurile cu pH ridicat, cu rezultate bune indicate de testul solului privind conținutul de calciu. Calciul suplimentar, în acest caz, poate proveni din gips (sulfat de calciu) sau calciu granulat cu conținut ridicat de calciu solubil.

Sursele de Calciu:

- 1.Var cu conținut ridicat de calciu (carbonat de calciu) – mai puțin de 3% magneziu, plus cantități mici de oligoelemente. Crește pH-ul, solubilitate scăzută, cel mai bine de încorporat în stratul superior al solului în condițiile unui sol acid.
- 2.Var dolomitic (carbonat de calciu și magneziu, dolomită) – crește pH-ul, solubilitate scăzută, cel mai bine de încorporat în stratul superior al solului în condițiile unui sol acid. Nu este întotdeauna o sursă eficientă de calciu pentru plante, o sursă slabă de calciu în solurile bogate în magneziu.
- 3.Calcar granulat – crește pH-ul, solubilitate ridicată, cantitate foarte mare de calciu total. Este o sursă mai scumpă de calciu. Granulele facilitează răspândirea cu ajutorul distribuitoarelor de îngrășăminte convenționale. Răspândirea nu este afectată de vânt.
- 4.Gips (sulfat de calciu) - solubilitate moderat scăzută, cel mai bine de încorporat în stratul superior al solului. Furnizează atât calciu, cât și sulf. Nu mărește pH-ul, de aceea este bun pentru îmbogățirea cu calciu a solurilor cu pH ridicat. Nu trebuie utilizat pe soluri cu pH scăzut sau dacă procentul de saturație de bază a calciului este sub 60%.
- 5.Fosfat de rocă– conține și fosfor. Solubilitate redusă și nu crește pH-ul. Cel mai bine de încorporat în stratul superior al solului.

Magneziul

Magneziul face parte din molecula de clorofilă a plantei, ceea ce îl face extrem de important pentru creștere și producția de energie. De asemenea, este important pentru producția de proteine și funcția enzimatică la plante. Conținutul optim de magneziu în sol este foarte important, dar pe de altă parte, un conținut prea mare de magneziu poate provoca compactarea solului și poate limita absorbția de calciu și potasiu a plantelor. Valorile recomandate de magneziu sunt 12 - 20% de saturație pentru un sol sănătos.

Marea parte a magneziului din sol este legat de minerale. Cantitatea prea mare de calciu, potasiu sau sodiu poate reduce consumul de magneziu de către plante, unele soluri ar putea să nu furnizeze o cantitate necesară pentru unele culturi. Acest deficit este tipic pentru solurile nisipoase cu CEC scăzut. Conținutul ridicat de magneziu este nedorit, nu numai pentru că elimină calciu, dar pentru că ar putea duce la menținerea particulelor de argilă la un loc, ducând la formarea crustei sau soluri compactate. Atât ionii de magneziu, cât și cei de potasiu, tind să înrăutățească structura solului, în timp ce calciul o îmbunătățește.

Sursele de Magneziu:

- 1.Varul dolomitic (carbonat de calciu și magneziu, dolomit) – Solubilitate redusă, nu întotdeauna o sursă eficientă de magneziu. Crește pH-ul.
- 2.Sulfatul de magneziu și potasiu – Solubilitate bună, o sursă bună de eliberare rapidă de magneziu, potasiu și sulf.
- 3.Sulfatul de Magneziu – Foarte solubil, un bun material cu acțiune rapidă în partea foliară.
- 4.Oxidul de Magneziu – Solubilitate ridicată cu costuri mai mici. Nu crește pH-ul.

Sulfur

Sulfur este parte integrantă a compușilor care asigură producția de proteine din plante, deci este foarte important ca cantitatea acestuia în sol să fie suficientă. Este necesar pentru formarea clorofilei, creșterea rădăcinilor și bacteriilor nodulare radiculare care fixează azotul. Sulfur este un anion (particulă încărcată negativ), deci nu aderă la particulele din sol și este predispus la spălare. Conținutul scăzut de sulfur (sub 15 ppm) indică faptul că ar trebui adăugat sulfur. Conținutul ridicat de sulfur (peste 20 ppm) poate indica compactarea subsolului sau o aplicare recentă de sulfur. Se recomandă minimum 25 kg de sulfur sub formă de sulfat („sulfat de sulfur” sub formă de sulfat de calciu, sulfat de magneziu, sulfat de potasiu etc.), la hectar pe an. Sulfur este numit un element secundar, dar majoritatea culturilor consumă la fel de mult sulfur precum și fosfor.

Sursele de sulfur sunt sulfatul de magneziu, sulfatul de potasiu, sulfatul de calciu, gunoierul de grajd și reziduurile vegetale (conținutul de sulfur variază în funcție de materialul reziduurilor).

Borul

Borul, ca și sulfur, este un anion și e predispus la levigare. Ajută la utilizarea calciului în plante - deci cantitățile insuficiente pot reduce creșterea plantelor și crearea problemelor de sănătate. Cantitatea minimă stabilită pentru bor este de 2 ppm. Ca și în cazul sulfurului, borul trebuie să facă parte dintr-un program anual de fertilizare. Boratul de sodiu este o sursă bună de acest micro-nutrient.

Zincul

Zincul este foarte important pentru fotosinteză, deci este importantă menținerea cantităților adecvate de acest mineral în sol. Dacă conținutul de zinc scade sub 5 ppm, se recomandă adăugarea acestuia. Conținutul de zinc trebuie, de asemenea, să fie mai mare, dacă conținutul de fosfor este foarte mare. Un raport 10: 1 dintre fosfor și zinc este ideal. Dacă raportul devine mai mare decât acesta (adică fosfor este de 10 ori mai mult decât zincul în sol), este dificil pentru plantă să obțină suficient zinc și trebuie adăugat mai mult în sol.

Manganul

Manganul are un rol crucial în fotosinteză și este, de asemenea, important pentru translocarea azotului și funcția enzimatică din plante. Participă la producția de lignină în plante și cantitatea suficientă contribuie la protejarea plantelor împotriva bolilor fungice. Disponibilitatea manganului este strâns legată de pH. Dacă pH-ul solului este peste 7,2, disponibilitatea manganului scade. Rezultatele analizei țesuturilor care indică conținut bun de mangan în plantă pe un sol cu pH ridicat - reprezintă un bun indicator al faptului că solul are o activitate biologică sănătoasă.

Cuprul

Cuprul este implicat în sistemul imunitar al plantelor. Este important pentru funcționarea corectă a enzimelor și contribuie la controlul mucegaiurilor și ciupercilor. De asemenea, crește rezistența tulpinii și ajută la producerea unei culturi de calitate superioară, cu o capacitate de stocare mai mare. Conținutul recomandat de cupru este peste 5 ppm. Este important de reținut, înainte de a adăuga cuprul în sol, faptul că o mulțime de fungicide organice sunt pe bază de cupru.

Fierul

Bacteriile fixatoare de azot din sol au nevoie de fier. De asemenea, este important pentru producția de clorofilă și eliberarea de energie în celule. Sunt necesare cantități suficiente de fier în sol, dar dacă conținutul acestuia devine prea mare, acesta poate lega fosforul. Aceasta devine o problemă dacă conținutul de fier este mai mare decât conținutul de fosfor indisponibil, determinat în baza unui test al solului. Dacă fierul este deficitar (sub 20 ppm), există potențialul de cloroză și scăderea fotosintezei la plante.



Inputurile de carbon^{13, 28}

Plantele sunt compuse din 40 - 45% carbon. O parte din carbon și nutrienții de la plantele moarte sunt preluați de următoarea cultură. O parte din carbonul țesutului vegetal se pierde în atmosferă ca CO₂ atunci când organismele din sol îl consumă și respiră, în timp ce o parte din carbon rămâne în sol, unde poate deveni materie organică stabilă. Îmbunătățirea solului cu culturi siderate, reziduuri de recoltă, gunoi de grajd și compost, nu crește neapărat materia organică a solului. Unele surse de carbon oferă o curățare rapidă de substanțe nutritive pentru următoarea cultură, în timp ce altele necesită mai mult timp pentru a se descompune în sol, creând în schimb materie organică stabilă.

Caracteristicile inputurilor de carbon

CARBONUL VERDE

Este carbon care se descompune rapid în sol. Funcția principală este de a hrăni microorganismele, în principal bacteriile, și oferă un flux rapid de nutrienți pentru viața solului și următoarea cultură. Se găsește în primul rând în plantele vii tinere. Chiar și unele tipuri de gunoi de grajd de la animale pot fi surse de carbon, cum ar fi gunoi de grajd de porc și pui, aceste tipuri de gunoi de grajd fiind sărace în fibre. Gunoiul de grajd care conține așternut sau gunoiul de grajd de la animale care au consumat o mulțime de furaje, nu reprezintă surse de carbon verde - cele mai multe dintre acestea ar fi așa-numitul „carbon brun”, de aceea majoritatea nutrienților ușor digerați sunt absorbiți de animale și ceea ce rămâne este un nutrient mai slab, material bogat în fibre). Zaharurile pot fi, de asemenea, considerate ca o sursă de carbon verde, deoarece hrănesc bacteriile solului, deși nu furnizează substanțe nutritive precum plantele tinere sau gunoiul de grajd.

Carbonul verde are un raport de carbon- azot (C / N) scăzut. Este important de știut, deoarece determină modul în care materialul se descompune în sol. Considerând faptul că este relativ bogat în azot și sărac în lignină, organismele solului, în primul rând bacteriile, digeră rapid carbonul verde și eliberează substanțele nutritive din sursa de carbon verde în soluția solului. Bacteriile solului au un raport C / N scăzut în corp, astfel încât pe măsură ce mor și alte organisme le consumă, este eliberat azotul în sol într-o formă disponibilă pentru plante. Descompunerea rapidă a carbonului verde în sol are ca rezultat un flux de nutrienți disponibili, dar o acumulare de materie organică foarte mică. Acest lucru se datorează faptului că, o parte din carbonul din sursa de carbon verde va fi eliberat înapoi în atmosferă sub formă de CO₂, atunci când organismele din sol consumă materialul și respiră. Doar o mică parte din acest carbon va rămâne în sol și, în timp, va fi transformată în carbonul negru mai stabil sau în humus al solului. De asemenea, este important de ținut cont, dacă se aplică carbon verde din gunoi de grajd sau se încorporează îngrășăminte verzi, substanțele nutritive din sursa de carbon verde vor deveni rapid disponibile pentru culturile cultivate în vederea comercializării. Sursele de carbon verde se descompun rapid și trec de la sursa de carbon verde la bacteriile din sol și apoi la deșeurile bogate în azot în câteva zile sau săptămâni.

Este total posibil de crescut o sursă de azot hrănind bacteriile din sol cu o sursă de carbon verde. Chiar și culturile care nu fixează azotul, cum ar fi secara tânără sau ovăzul, pot fi o sursă de hrană pentru bacteriile din sol, inclusiv *Azotobacter* (bacteriile care transformă azotul atmosferic în azot disponibil pentru plante în sol). Nutriția bacteriilor din sol va produce azot suplimentar și substanțe nutritive pentru culturile destinate recoltării.

CARBONUL BRUN

O sursă de carbon care se găsește în materialele vegetale mai bătrâne, mai lemnoase, de exemplu - tulpini de porumb, reziduuri de la culturile cerealiere și culturi mature, cum ar fi masa de secară de un metru înălțime. Sursele de carbon brun sunt în esență, materiale cu conținut ridicat de lignină sau material vegetal brun, inclusiv gunoi de grajd, care conțin paie din așternut sau gunoi de grajd de la animalele care au consumat o mulțime de furaje. Carbonul brun are un raport carbon - azot ridicat, ceea ce înseamnă că organismele solului necesită mai mult timp pentru a-l digera. Prin urmare, organismele solului au nevoie de azot și, deoarece carbonul brun este relativ scăzut în azot, organismele solului trebuie să consume azot din sol pe măsură ce digeră sursele de carbon brun, având ca rezultat o reducere a azotului disponibil din sol.

Carbonul brun este consumat îndeosebi de ciupercile din sol. Ciupercile din sol consumă materiale bogate în lignină și carbohidrați complecși, care pentru alte organisme sunt dificil de descompus. Ciupercile au rate de rotație mai mici decât bacteriile din sol și, prin urmare, nu furnizează același aflux rapid de nutrienți precum bacteriile și sursele lor de hrană - carbonul brun nu oferă o sursă rapidă de nutrienți pentru cultura în creștere. Rostul principal pentru inputurile de carbon brun - pe măsură ce organismele solului consumă carbon brun, mai mult carbon va rămâne în sol pentru a fi transformat într-o formă stabilă și în cele din urmă va deveni humus.

Reziduurile de culturi sunt, de asemenea, o sursă de carbon brun, dar nu contribuie la stabilizarea materiei organice în sol, decât dacă se descompun. Dacă reziduurile sunt deasupra solului, acestea nu sunt digerate. În ciuda faptului că reziduurile de pe sol arată ca materie organică din sol, nu face nimic pentru a îmbunătăți solul, cu excepția păstrării unei păături deasupra pentru a reduce eroziunea. Reziduurile de la suprafață sunt oxidate și o mare parte din carbonul din aceste reziduuri este eliberat în atmosferă sub formă de CO_2 . Dacă reziduurile sunt încorporate în stratul superior al solului, reziduurile vor intra în contact cu microorganismele care le digeră. Astfel începe procesul de transformare a carbonului din aceste reziduuri în materie organică stabilă în sol. Este recomandată incorporarea reziduurilor în sol primăvara, când solul se încălzește și culturile de acoperire cultivate pot captura CO_2 -ul eliberat, pe măsură ce microorganismele consumă reziduurile și respiră. Aceasta poate oferi, de asemenea, un amestec suficient de surse de carbon verde și brun. Carbonul verde oferă o cantitate de azot care ajută la digerarea carbonului brun, astfel încât azotul nu este epuizat din sol, deoarece reziduurile de carbon brun sunt descompuse.



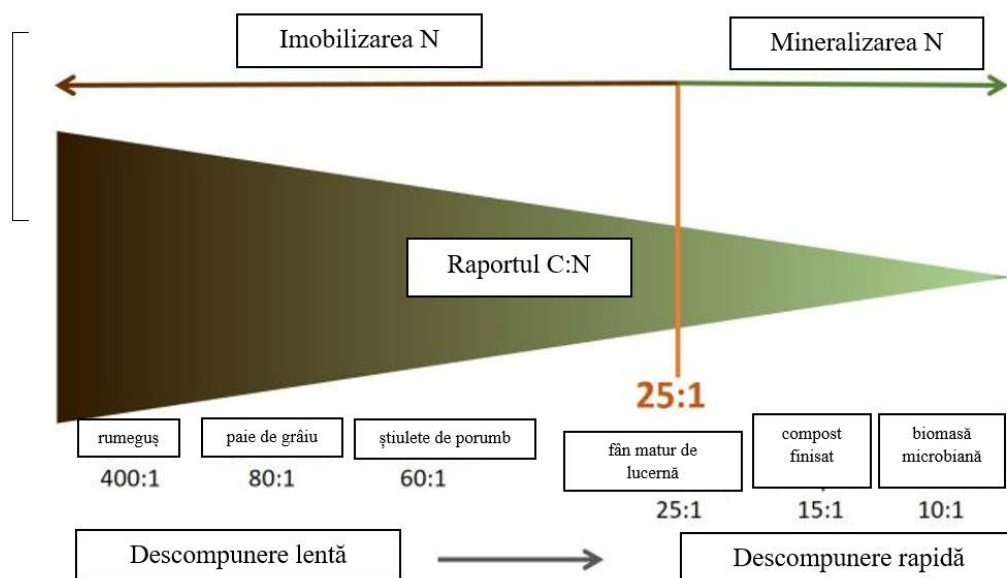
CARBONUL NEGRU

Reprezintă o sursă de carbon care este foarte stabilă și se formează în timp, pe măsură ce materia organică se descompune. Este produsul final de la descompunerea în sol. Carbonul negru oferă solului multe dintre proprietățile benefice ale materiei organice. Compostul este parțial compus din carbon negru (există o mulțime de variații în cantitate, în funcție de tipul de materiale care au stat la baza producției de compost și, de asemenea, calitatea compostului depinde de procesul de producere a acestuia). Porțiunea neagră a compostului bine digerat, cu miros bogat este humus.

Spre deosebire de carbonul verde, carbonul negru nu oferă un aflus rapid de substanțe nutritive plantelor în creștere și, spre deosebire de carbonul brun, carbonul negru nu leagă niciun alt nutrient din sol după ce este aplicat. Carbonul negru are un CEC ridicat, ceea ce înseamnă că prin aplicarea unor surse de carbon negru, cum ar fi compostul apare o modalitate de a păstra substanțele nutritive într-o formă stabilă, care nu se infiltrează sau se leagă. Aplicarea carbonului negru poate îmbunătăți, de asemenea, structura solului, capacitatea de retenție a apei în sol (1% din creșterea humusului va asigura o capacitate suplimentară de reținere a apei de 400 m³ pe hectar) și va oferi multe alte beneficii.

Gestionarea carbonului din sol într-un sistem agricol înseamnă utilizarea unui spectru de surse de carbon diferite și întoarcerea materialelor vegetale în sol la diferite etape ale maturității. Adăugarea anuală în sol a surselor de carbon verde și brun este o modalitate bună de a echilibra nevoia de nutrienți ale culturilor, cu nevoia de a menține sau a construi carbon stabil.

Figura 2 - Relația dintre viteza de descompunere și soarta azotului la raporturile carbon:azot (C:N) pentru diferite reziduuri (28)



Raportul C / N influențează viteza de descompunere. Raportul determină, de asemenea, dacă azotul va fi mineralizat (eliberat) pe măsură ce materialul este descompus sau dacă azotul va fi imobilizat (legat) de către biota solului pe măsură ce descompun materialul. Viteza de descompunere variază deoarece microorganismele solului au cerințe nutriționale diferite, iar reziduurile prezintă diferențe chimice.

Lucrarea solului¹

Argumentele de bază privind lucrarea solului sunt:

1. Aerarea solului – Solul fără prezența oxigenului, garantează eșecul culturilor.
2. Apa din sol – Solul trebuie să absoarbă apa când plouă și să rețină apa fără a exclude tot aerul. Apa din sol trebuie, de asemenea, adusă la rădăcini atunci când solul se usucă.
3. Reziduurile de culturi sau alte materii organice – Pentru a permite reziduurilor sau altei materii organice să se descompună și să elibereze nutrienții pe care aceste materiale îi conțin pentru următoarea cultură, acestea trebuie încorporate în sol.
4. Fertilitatea solului – Solurile au nevoie de un echilibru și un amestec de nutrienți în toată zona rădăcinii. Circuitul apei în sol oferă, de asemenea, nutrienți. Lucrarea corectă a solului asigură amestecarea și distribuirea substanțelor nutritive în sol.

Compactarea solului^{1, 13, 17, 18, 19}

Una dintre principalele probleme de lucrare a solului este compactarea solului. Compactarea solului este cauzată de creșterea densității solului, împreună cu scăderea porozității. Particulele minuscule de sol se apropie una de alta și există mai puțin spațiu pentru ca aerul și apa să circule prin sol. Agregatele solului se descompun, permițând particulelor mici să fie cimentate împreună sau să fie ținute strâns împreună de forțe electrostatice. Compactarea poate apărea sub formă de cruste de suprafață sau ca talpa plugului în straturile superioare sau în subsol.

Principala cauză a compactării solului sunt forțele mecanice de lucrare a solului și de conducere a unităților de transport pe solul umed. Conducerea mașinilor pe solul umed cauzează compactarea, atât a stratului superior al solului, cât și a straturilor mai adânci, în timp ce majoritatea echipamentelor de prelucrare tind să cauzeze formarea tălpii plugului la niveluri mai profunde.

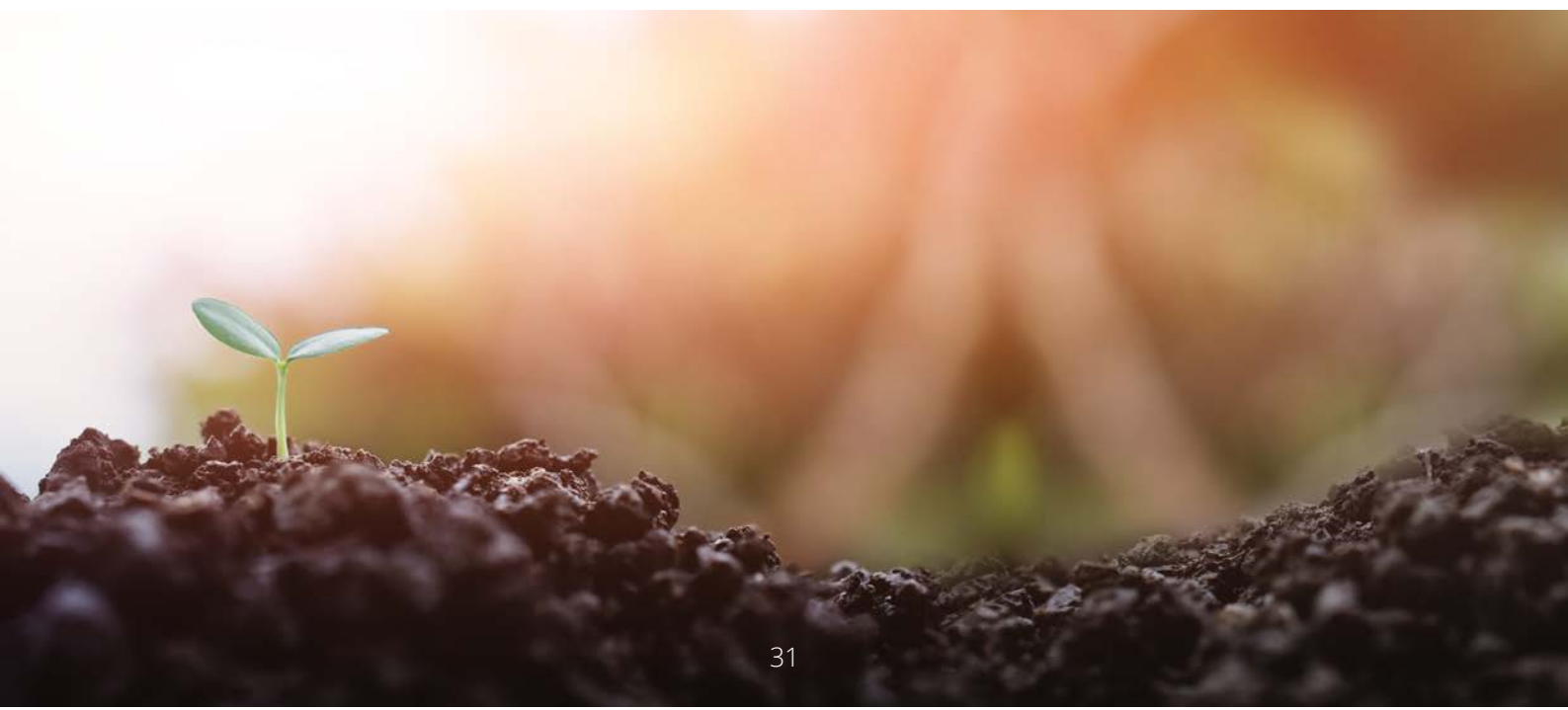
O altă cauză majoră a compactării solului este conținutul scăzut de materie organică din sol, în special de humus. Acest lucru duce la formarea crustei, precum și la compactarea în partea superioară a solului. Humusul și exudatele produse de rădăcini și microbi ai solului, lipesc particule mici împreună pentru a forma agregatele mai mari, care sunt necesare pentru o bună structură a solului, aerare și creștere a rădăcinilor.



În timp ce unele lucrări în câmp sunt bune și necesare pentru ca solurile să fie productive, prea multă lucrare mecanică nu aduce mai multe beneficii. Lucrarea agresivă facilitează pătrunderea unei cantități mari de aer în sol, care contribuie la o creștere a activității microorganismelor. Acestea consumă carbonul din sol, materia organică și degajă mult din acel carbon sub formă de CO₂ care este eliberat în atmosferă. Dacă există plante care cresc pe sol, pot captura o parte din CO₂ prin fotosinteză, carbonul va fi introdus înapoi în sol prin încorporarea reziduurilor de plante. Dacă solul este lucrat când este gol, de exemplu la începutul primăverii înainte de însămânțare, și nu există plante care să capteze CO₂, atunci carbonul se pierde în atmosferă. Aceasta este o explicație de bază pentru care lucrarea agresivă a solului are ca rezultat pierderea carbonului din sol, în afară de eroziunea apei sau eoliene a solului gol.

Tabelul 5 – Tipuri de compactare a solului și remedii pentru acestea (17)

Tipul de compactare	Indicații	Remedii / Prevenire
Crusta de suprafață	Descompunerea agregatelor de suprafață și etanșarea suprafeței Răsărirea slabă a răsadurilor Scurgerea accelerată și eroziunea	Reducerea intensității lucrării. Lăsarea reziduurilor la suprafață. Adăugarea materiei organice. Cultivarea culturilor de acoperire.
Stratul arabil	Urme adânci ale roților Saturație îndelungată sau apă stătătoare Creșterea slabă a rădăcinilor Greu de săpat și rezistent la penetrometru Întunecat după prelucrare	Arătură cu plug cu cormană sau chisel și reducerea prelucrării secundare a solului. Efectuarea prelucrării primare înainte de iarnă (dacă nu există pericol de eroziune). Utilizarea constructorilor de zone. Sporirea utilizării materiei organice. Utilizarea culturilor de acoperire sau a culturilor din rotație, care pot pătrunde solurile compactate. Asigurarea unei distribuții mai bune a încărcăturii. Asigurarea traficului controlat. Evitarea conducerii mijloacelor de transport pe soluri umede. Îmbunătățirea drenajului solului.
Subsolul	Rădăcinile nu pot pătrunde în subsol Rezistența la penetrometru la adâncimi mai mari	Evitarea conducerii mijloacelor de transport pe soluri umede. Îmbunătățirea drenajului solului. Prelucrarea profundă cu un subsolier sau un constructor de zone. Utilizarea culturilor de acoperire sau a culturilor din rotație care pot pătrunde solurile compactate. Asigurarea unei distribuții mai bune a încărcăturii. Asigurarea traficului controlat. Nu se folosesc roți în brazde deschise.



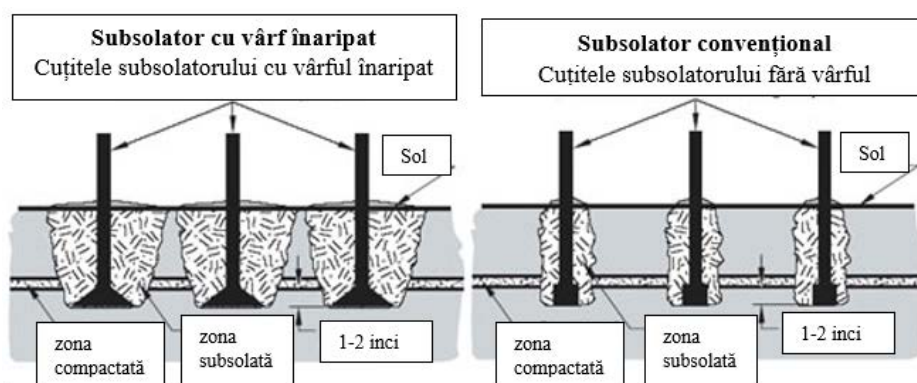
Practicile de lucrare a solului pentru fermele ecologice ^{1, 13, 17, 18, 19, 23}

Dacă elementele de bază sunt puse în aplicare și se evită greșelile, cum ar fi lucrarea solului în timp ce acesta este umed, acest lucru poate duce la reducerea generală a lucrărilor și, prin urmare, la reducerea costurilor. Lucrarea solului trebuie aplicată atunci când este necesar, prea multă lucrare a solului nu poate rezolva problemele cauzate în principal de lucrarea solului, cum ar fi spargerea stratului talpei plugului cu un subsolier. Cu toate acestea, dacă acele practici sunt bine programate și au ca scop principal de a îmbunătăți productivitatea solului, efectul este maximizat.

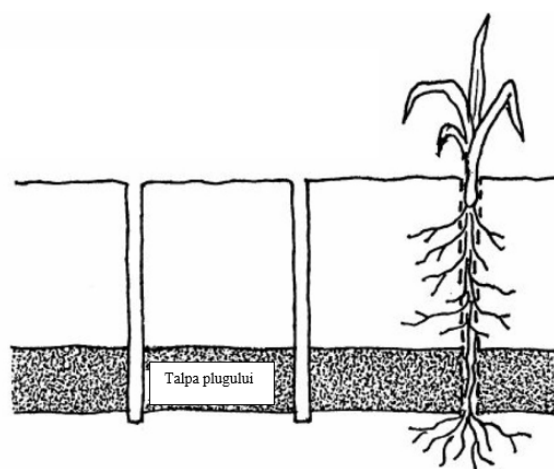
Subsolajul

Reprezintă o operațiune de lucrare profundă a solului pentru a distruge stratul de compactare. Uneori, există și o necesitate de afânare pentru o mai bună gestionare a apei și o creștere profundă a rădăcinilor. Subsolajul poate fi o tehnică eficientă pentru rezolvarea problemelor de compactare a solului.

Imaginea 10 – Compararea diferitor forme ale cuțitelor subsolatorului
Sursa: <https://www.fs.fed.us/t-d/pubs/htmlpubs/htm08342828/page03.htm>



Cu toate acestea, dacă operațiunea este realizată la un moment inoportun sau la o adâncime greșită, acesta poate provoca mai multe probleme decât să le rezolve. Nu are niciun rost subsolajul unui câmp cu o structură bună a solului, iar procedeul va avea ca rezultat doar tăierea canalelor naturale, înrăutățind situația. Momentul potrivit pentru subsolaj este după recoltare, înainte sau în timpul însămânțării culturilor succesive. Canalele efectuate de subsolator vor ajuta cultura de acoperire să pătrundă mai adânc în sol și să sporească efectul. O altă opțiune este să se subsoleze cu disturbanta redusă prin creșterea culturilor succesive pentru a le oferi o nouă viață în zonele slab stabilite. Pentru a exploata structura solului, subsolajul nu ar trebui realizat fără cultivarea imediată a culturilor pentru recoltare sau a culturilor succesive.



Imaginea 11 – Rădăcinile pot crește în crăpături sub talpa plugului după subsolare (1)

Solurile cu un conținut scăzut de calciu, bogate în argilă sau nisip și sărace în materie organică, vor beneficia cel mai mult. Pentru a preveni compactarea, este important ca solul să fie săltat pentru a crea fisuri verticale - aici este vital ca solul să fie suficient de uscat pentru a crăpa. Dacă solul va fi prea umed, acesta va fi ca plastilina și nu va crăpa. Fisurile verticale sunt importante, astfel încât rădăcinile să poată pătrunde în sol, în timp ce condițiile aerobe ajută activitatea biologică să o stabilizeze în continuare. Trebuie aplicată adâncimea variabilă în timpul fiecărui proces de subsolaj, deoarece poate crea un punct slab la fel ca arătura, atunci când este setată la aceeași adâncime timp de mai mulți ani. Este recomandată modificarea adâncimii prin trecerea de la subsolajul mai puțin adânc decât adânc.

Dacă există un strat dur care trebuie spart, solul este adesea protejat de acest strat dur. Acest sol este de obicei în stare bună, prin urmare, aplicarea subsolajului în acest lucru va necesita energie suplimentară și poate înrăutăți situația.

Cel mai important lucru pentru un subsolaj de succes, este adâncimea de lucru. Dacă este setat corect, este crucial de efectuat cât mai puține intervenții. Formele cuțitelor subsolatorului variază în funcție de producător și de proprietățile solului.



Imaginea 12 – Subsolor și sistemul de eliminare a pietrelor.

Sursa: <https://www.he-va.co.uk/he-va-products/cultivation/subsoiler/#gallery>

Imaginea 13 – Subsolor echipat cu o semănătoare de aer în proces de însămânțare a culturilor de acoperire.

Sursa:

https://twitter.com/HEVA_uk/status/1172171859523231744/photo/1



Reducerea aratului cu plug cu cormană

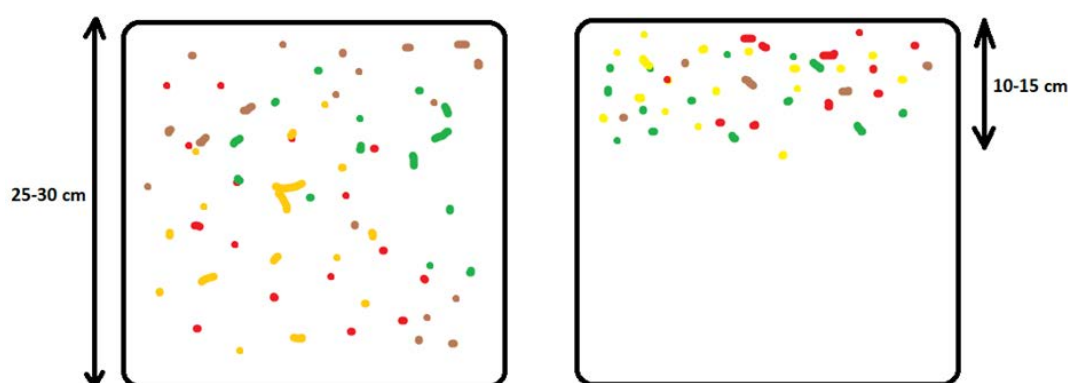
Aratul este o operațiune de lucrare incredibil de eficientă. Se folosește pentru a încorpora în sol cantități mari de materie organică, inclusiv reziduuri de recoltă rămase după recoltare, miriște, gunoi de grajd sau culturi succesive. Este foarte eficient în combaterea buruienilor și dăunătorilor la o fermă ecologică. Aratul asigură aerarea solului și amestecarea eficientă a acestuia. Plugul este foarte eficient în lucrarea lucernei, economisind mult combustibil pentru această operațiune.

Cu toate acestea, dacă este utilizat în mod necorespunzător și extensiv, acesta poate provoca probleme grave care duc la compactarea solului sau la crearea unui strat dur (talpa plugului) și ignorarea tuturor beneficiilor sale. Foarte sensibilă la arat este în special viața solului, cum ar fi rămele.

Pentru controlul buruienilor, fermierii ecologici folosesc plugul cu cormană, în special pentru buruienile perene, cum ar fi ciulinul sau pirul târâtor. Cu toate acestea, fiind foarte eficient în suprimarea buruienilor perene, principalul dezavantaj în utilizarea plugului cu cormană, ca instrument de combatere a buruienilor, este distribuția semințelor pe toată adâncimea de lucru în timpul operațiunii. Astfel de pluguri sunt de obicei proiectate pentru adâncimi de lucru cuprinse între 20-30 cm, în funcție de tipul de sol. Majoritatea semințelor de buruieni sunt activate de lumina soarelui. Când sunt îngropate, devin inactive, dar semințele rămân active mulți ani și, în unele cazuri, chiar decenii! Acest fenomen se numește banca semințelor de buruieni din sol. Dacă a existat un an cu o mulțime de semințe de buruieni sau culturi, care au fost spulberate, acestea pot fi păstrate în banca semințelor de buruieni pentru viitor, creând o problemă în anii următori. Operațiuni precum pregătirea patului germinativ atrage semințele conservate expunând recoltele nou înființate la presiunea buruienilor. Când semințele sunt distribuite la o adâncime mai mică, este mai ușor de eliminat buruienile emergente.

Una dintre cauzele asociate compactării solului este cauzată de roțile tractorului, ca urmare a conducerii acestuia în brazdă. Acest lucru poate fi eliminat conducând tractorul în așa fel ca roțile tractorului să rămână complet pe teren necultivat. Folosirea unui plug cu cormană pentru eliminarea buruienilor ușurează cu siguranță problema buruienilor din acel an, dar poate crea probleme în următoarele sezoane.

*Imaginea 14 – Distribuția semințelor de buruieni în sol în funcție de adâncimea și practicile de cultivare.
Autor: Adam Brezáni*



Există multe modele de pluguri cu cormană disponibile pe piață. Principala problemă a acestor pluguri este utilizarea extinsă de la an la an. Întreaga adâncime vegetală a solului este transformată, împiedicând viața solului să prospere. Nu toate plugurile cu cormană sunt atât de agresive și există unități disponibile care lucrează doar partea superioară a solului. Chiar dacă se aplică arătura superficială, nu este necesară efectuarea anuală a acesteia, deoarece va contribui la crearea unui strat de compactare la fel ca plugul standard, deoarece arătura este o operațiune foarte agresivă pentru viața solului în orice configurație. Arătura superficială redusă ar trebui utilizată pentru încorporarea în sol a cantităților de materie organică, cum ar fi gunoiul de grajd sau composturile, pentru răspândirea în mod ideal a culturilor succesive, în vederea eficientizării maxime a acestei operațiuni și pentru a reduce riscul de deteriorare a structurii solului. Când există o mulțime de reziduuri de plante și modificări ale materiei organice, solul este mai puțin predispus la compactare în timpul procesului de arat.

Imaginea 15 – Un exemplu de lucrare a solului cu arătură în câmp.

Sursa: https://www.kuhn.com/com_en/range/ploughing/mounted-reversible-ploughs/vari-master-l-on-land.html



Imaginea 16 – Plug cu cormană pentru arături superficiale.

Sursa: <https://ien.kverneland.com/Ploughing-Equipment/Reversible-Mounted-Ploughs/Kverneland-Ecomat>



Încorporarea superficială a biomasei

Aratul poate fi o opțiune pentru încorporarea superficială a biomasei de graminee și leguminoase, folosind pluguri speciale de mică adâncime sau pluguri standard ajustate. Cu toate acestea, atunci când este nevoie de tăiat și încorporat în sol volume mai mari de biomasă în sol (cum ar fi amestecurile de culturi succesive peste iarnă), trebuie considerată o abordare diferită. Chiar dacă unele pluguri pot lucra superficial solul, perturbarea cauzată poate fi un factor limitativ înainte de cultivarea unei culturi. Solul este răsturnat și durează ceva timp să se usuce, înainte ca echipamentele să poată pătrunde în sol sau să fie necesară lucrarea suplimentară a câmpului pentru a pregăti solul. Acest lucru va contribui la uscarea excesivă a profilului solului, stresând următoarea cultură prin creșterea capilară a solului. Creșterea capilară a solului poate fi eliminată prin tăvălugire suplimentară, dar aceasta necesită o operațiune suplimentară care va cauza compactarea și mai mare a solului.

Una dintre opțiuni este de a utiliza grapa cu discuri, care va încorpora reziduurile de mulci în sol la 2-5 cm, creând un pat germinativ. Acest instrument poate fi folosit pentru lucrarea miriștilor și inițializarea spargerii semințelor pentru a germina după recoltare, în timp ce poate semăna culturi succesive. Pentru rezultate optime, este necesar ca tractorul să fie condus cu viteza de 15-20 km /oră, asigurând un amestec omogen de sol și biomasă vegetală cu eradicarea vegetației. Grapa cu discuri nu este cel mai bun instrument de lucru pentru eradicarea lucernei sau a amestecului de lucernă și amestecuri de iarbă/leguminoase.

Imaginea 17 – Utilizarea grapei cu discuri pentru cultivarea superficială a miriștilor sau pentru încorporarea biomasei de mulci în sol.

Foto: Martin Matěj



Un alt dispozitiv pentru lucrarea superficială a solului, care poate încorpora lucerna sau amestecul de lucernă și ierburi graminee, și lucra miriștea este un cultivator de suprafață, care are organe de lucru în formă de laba găștei. Cultivatorul poate fi setat la adâncimi variabile în funcție de condițiile solului și de nevoile operatorului. Acesta taie rădăcinile și scoate plantele la suprafață, unde soarele le deshidratează.

Ar putea fi necesară o a doua lucrare pentru a elimina plantele, în funcție de calitatea, de umiditatea solului și de potențialul de creștere a plantelor, deoarece rădăcinile lor sunt încă parțial atașate de sol. Dezavantajul acestei practici de cultivare este incapacitatea sa de a lucra în volume mai mari de biomasă vegetală fără o mulcire preventivă. Cultivatorul poate fi echipat cu o semănătoare pneumatică pentru a semăna culturile succesive în timpul procesului de lucrare a solului.

Imaginea 18 – Cultivator de suprafață cu organe de lucru laba găștei.

Sursa: <https://moderner-landwirt.de/schon-beim-drusch-an-die-stoppelbearbeitung-denken/> și <https://www.mezger-landtechnik.de/portfolio-posts/treffler-tga300/>



Freza poate tăia și încorpora volume mari de biomasă la o singură trecere cu eradicarea corespunzătoare. Această metodă necesită mai multă energie și este mai lentă în comparație cu cele anterioare, acționând la fel ca arborele electric. Cu toate acestea, compactarea este redusă, deoarece nu este nevoie de intrat pe câmp de mai multe ori. Dacă este utilizat în mod necorespunzător, freza poate provoca multe daune structurii solului și este nevoie de precauție atunci când se utilizează. Este recomandată folosirea acesteia atunci când este o cantitate mare de biomasă vegetală care este încorporată superficial în sol. Reziduurile de plante din culturile de acoperire protejează solul de distrugere de cuțitele frezei. Niciodată nu se folosește freza pe solul gol sau când acesta este prea umed. Poate fi utilizată pentru a distruge straturile temporare (lucerna sau amestecul de graminee și leguminoase) într-o singură trecere, atunci când sunt ajustate corespunzător, deoarece cuțitele sunt capabile să reducă brazda cu iarbă. Este recomandată o pauză de câteva zile după încorporare până a fi însămânțată o cultură, deoarece microorganismele care descompun reziduurile ar putea concura pentru apă cu semințele germinante.

Imaginea 19 – Freză utilizată pentru eradicarea culturilor de acoperire și un detaliu a formei lamelor. Sursa: https://www.falc.eu/en/prodotti/frese/fresa_bio_tiller.php



Tăvălugire cu semănat direct

O metodă pentru a eradica cultura succesivă fără încorporare ulterioară. O cultură succesivă prezintă speciile rezistente la iarnă, care produc volume mari de biomasă. Cel mai des utilizat pentru eradicarea amestecului de secară de toamnă și mazăriche păroasă este tăvălugul cu lame. Este un instrument cu un tip de lame care doboară și comprimă cultura succesivă, asigurându-se că țesuturile plantelor sunt presate, împiedicând regenerarea plantei. Acest lucru creează un mulci mort pe partea superioară a solului, care va proteja solul de supraîncălzire, eroziune și va menține apa mai bine. Un alt beneficiu este suprimarea buruienilor. Culturile pentru recoltare vor fi cultivate direct în mulciul mort. Această abordare este folosită în special pentru culturile de vară cultivate pe rânduri largi, cum ar fi porumbul, soia sau floarea-soarelui. Este necesară tăierea mulciului gros de reziduuri și de a încorpora semințele direct în sol, asigurând cel mai bun contact dintre semințe și sol. Se recomandă ca dispozitivele de curățare a rândurilor să fie utilizate în fața brăzdarelor semănătorii pentru a preveni prinderea firelor.

Pentru rezultate mai bune, tăvălugirea și semănatul direct trebuie efectuate într-o singură trecere prin atașarea tăvălugului pe balamaua frontală a tractorului. Modelul de lamă recomandat pentru tăvălugul cu role este așa-numitul model chevron, asigurând cea mai bună eradicare posibilă a culturilor succesive.

Schița pentru construirea unui pot fi găsite pe: <https://rodaleinstitute.org/education/resources/roller-crimper-blueprints/>. Momentul utilizării tăvălugului cu lame este crucial pentru prevenirea regenerării culturii de acoperire. Cel mai bun moment pentru eradicare este după înflorire, atunci când cultura succesivă nu are suficientă energie pentru a crește din nou. Biomasa culturilor succesive ar trebui să fie într-o cantitate suficientă pentru a crea mulci gros, în caz contrar, câmpul va fi predispus la buruieni înainte de acoperirea completă a suprafeței cu cultura cultivată pentru recoltare, în special în locurile neacoperite. Tasarea insuficientă a culturii succesive va avea ca rezultat creșterea acestora și concurarea cu cultura cultivată.

Imaginea 20 – Tăvălug cu lame la o singură trecere.

Sursa: <https://croproller.com/crop-roller-benefits/>



Imaginea 21 –Curățător de rânduri pentru brăzdare fără lucrare.

Sursa: <https://www.yetterco.com/products/27-plantermount-row-cleaner-combos/303-2967035-row-cleaner-for-notill-coulters>



Imaginea 22 – Tăvălug cu lame de model Chavrun.

Sursa: <https://rodaleinstitute.org/why-organic/organic-farming-practices/organic-no-till/>



Metode de prevenire

Este mai eficient din punct de vedere al costurilor de pus accent pe prevenirea problemei buruienilor decât pe încercarea de a lupta cu ele. Astfel de metode sunt:

- Pătulirea sau mulcirea zonelor care sunt excesiv de infestate de buruieni dincolo de recuperare.
- Prevenirea însămânțării buruienilor, ceea ce ar putea mări banca semințelor de buruieni din sol.
- Evitarea răspândirii semințelor în timpul recoltării.
- Utilizarea practicilor pentru a promova mai degrabă germinarea semințelor de buruieni prin lucrarea superficială, decât îngroparea semințelor în sol prin încorporare. Buruienile germinate pot fi eliminate cu o lucrare superficială suplimentară.
- Cultivarea culturilor succesive, cum ar fi lucerna sau amestecul de leguminoase și graminee, timp de un an sau doi în rotație a culturilor, pentru a suprima buruienile.
- Menținerea proprietăților solului în echilibru - chimic, fizic, biologic.
- Utilizarea unor soiuri de culturi viguroase, care vor avea ca rezultat acoperirea rapidă a solului, suprimând buruienile.
- Semănarea culturilor pentru cultivare în tandem cu culturile intercalate.

Cultivația mecanică

Având în vedere faptul că, utilizarea pesticidelor sintetice în sistemul ecologic este interzisă, trebuie utilizate alte alternative. Necesită a fi implementate practicile, precum cultivarea mecanică, folosind diverse instrumente sau un plan de prevenire.

1.Sape rotative și cultivatoare cu dinți (grape și plivitoare) – ambele pot fi utilizate pentru combaterea buruienilor până și după răsărire. Cultivația înainte de apariție se face de la trei până la cinci zile după ce cultura a fost plantată / semănată în cazul porumbului sau soii. Cultivația după apariție este o operațiune importantă pentru eliminarea buruienilor care apar în același timp cu cultura. Buruienile care apar după plantare / însămânțarea culturilor, acestea vor fi cele care afectează cel mai mult randamentul culturilor. Cultivația oarbă poate fi efectuată după apariția culturii. Cu toate acestea, există mai mulți factori de luat în considerare, cum ar fi tipul și maturitatea culturii. Acest tip de cultivare prezintă cel mai mare risc de deteriorare a culturilor, și va fi necesară mărirea ratei de plantare pentru a compensa acest tip de operațiune în câmp.

Tabelul 6 – Perioada optimă pentru operațiunea de grăpare cu scopul combaterii buruienilor după apariția acestora.

Sursa:

<https://www.dal.ca/faculty/agriculture/oacc/en-home/resources/pest-management/weed-management/organic-weed-mgmt-resources/weeds-post-emergence.html>

Cultura	Etapa pentru utilizarea grapei
Grâul	2-4 frunze
Orzul	2-4 frunze, până la înfrățire
Ovăzul	Nu se recomandă
Floarea soarelui	Până la 6 frunze
Bobul	5-15 cm înălțime
Lintea	Răsad mai mic de 10 cm înălțime
Mazărea de câmp	Răsad mai mic de 10 cm înălțime
Rapița	Nu se recomandă
Inul	Nu se recomandă

Cel mai bun scenariu pentru înlăturarea buruienilor prin cultivație este atunci când cultura este mai mare decât buruienile, ceea ce înseamnă că cultura este mai puternică / mai adânc înrădăcinată și capabilă să reziste cultivației, iar buruienile sunt mai mici și mai ușor zmulse. Cultivația post-răsărire se efectuează cu sape rotative și grape. Cel mai bun moment pentru utilizarea sapei rotative este atunci când buruienile au ajuns la etapa de „fir alb” (numit și faza de „rădăcină albă” sau „germen alb”). Buruienile din faza de fir alb nu au ieșit din sol. Primii 2 centimetri de sol trebuie examinați pentru a determina dacă buruienile se află în faza de fir alb. Buruienile care au depășit faza unei singure frunze sau buruienile cu frunze late, care și-au format primele frunze adevărate, sunt prea bine înrădăcinate pentru a fi suprimate cu sapa rotativă. Cu toate acestea, grapele și plivitoarele cu dinți sunt mai eficiente decât sapa rotativă asupra buruienilor care sunt ceva mai mature.

Sapele rotative și grapele cu dinți sunt mai eficiente când se utilizează în zilele calde, însorite și cu vânt, care ajută la uscarea germenilor mici de buruieni scoși din sol prin aceste operații - deshidratarea. Tipul și starea solului pot determina care unealtă este cea mai bună pentru cultivație, după ce buruienile au răsărit. Sapele rotative sunt mai eficiente pe solurile cu crustă decât grapele sau plivitoarele cu dinți. Prășitul rotativ este mai puțin eficient atunci când suprafața solului este aspră. Plivitoarele cu dinți, grapele și sapele rotative sunt împiedicate de cantități mari de reziduuri de suprafață (acoperire mai mare de 30%). Grapele și plivitoarele pot fi mai eficiente pe solurile argiloase decât sapele rotative. Plivitoarele au diferiți dinți care variază în ceea ce privește flexibilitatea și grosimea, care pot fi utilizate în funcție de greutatea solului. Sapele rotative operează la viteze de 12-20 km / oră, în timp ce grapele operează de obicei la viteze cuprinse între 7-10 km / oră. Sapa rotativă nu va funcționa bine dacă vor fi multe reziduuri pe suprafața solului. Ambele pot fi echipate cu semănătoare pentru semănarea culturilor intercalate.



Imaginea 23 – Sapă rotativă echipată cu semănătoare cu aer.
Sursa: <https://www.hatzenbichler.com/en/rotary-hoe>



Imaginea 24 – Grapa cu dinți echipată cu semănătoare cu aer.

Sursa: <https://www.hatzenbichler.com/en/original-harrow>

2. Cultivația între rânduri - o metodă de cultivare pentru combaterea buruienilor care cresc între rânduri. Cultivația între rânduri este o operațiune secundară de combatere a buruienilor efectuată mai devreme, deoarece buruienile răsărite mai devreme sunt mai critic de controlat, datorită potențialului lor mai mare de a reduce randamentul culturilor. Cultivația între rânduri prezintă un risc scăzut pentru cultură în comparație cu operațiunile de cultivare după apariția buruienilor. Cultivația este efectuată între rânduri, iar cultura nu ar trebui să fie afectată direct de tehnica agricolă. Cultivația se efectuează atunci când cultura are o înălțime de cel puțin 10 cm și până la înălțimea în care echipamentul va curăța cultura. Momentul cultivării între rânduri nu este o problemă la fel de critică precum este pentru cultivarea oarbă. Cultivatorele pot afecta buruienile cu o înălțime de până la 12 - 15 cm, în comparație cu sapa rotativă care controlează numai buruienile nou germinate. În general, cultivarea se realizează la adâncimi mai mici de 5 cm pentru a preveni deteriorarea rădăcinilor și păstrarea umidității solului. Scopul este de a maximiza suprafața de cultivare între rândurile culturilor fără a deteriora cultura. Se recomandă de a nu se baza pe cultivarea între rânduri ca metodă principală pentru combaterea buruienilor – ci de a aplica operațiunile până și după apariția buruienilor. Sapele sunt folosite în principal în cultivarea între rânduri.

Echipamentele pentru culturile cu distanțe mari între rânduri sunt mai disponibile pe piață. Cu toate acestea, tehnologiile de prăsit între rânduri există și pentru producția de cereale. Cel mai important aspect este mărirea lățimii rândurilor de la 12,5-15 cm standard la cel puțin 25 cm lățime sau mai lată, dacă este realizat semănatul cu bandă, atunci este necesară o distanță și mai mare între rânduri. Ultima operațiune de cultivare poate fi o bună oportunitate de a însămânța o cultură intercalată sau o fâșie într-un stand curent. Cultivatorele pot fi echipate cu o cameră asistent de direcție pentru o muncă mai precisă și convenabilă. În special pentru culturile cu distanță mare între rânduri, se recomandă echiparea cultivatorului cu panouri de protecție pentru plante.

Imaginea 25 – Cultivația cerealelor între rânduri.

Sursa: <https://www.hatzenbichler.com/en/weed-interrow-cultivator>



Imaginea 26 - Cultivator pentru lucrare între rânduri pentru culturi cu rânduri largi - porumb, floarea-soarelui, soia etc. Cultivatorul este echipat cu semănătoare de aer și protector al plantelor.

Sursa: <https://www.hatzenbichler.com/en/corn-interrow-cultivator>



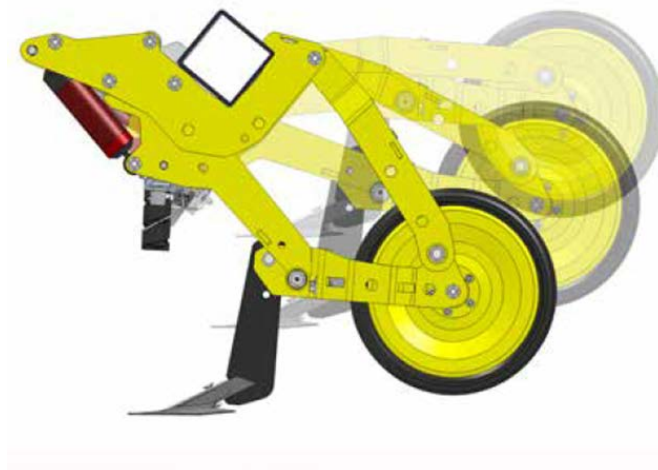
Imaginea 27 – Sistemul Cameleon – un burghiu și o sapă interioară într-o singură mașină. Fiecare sapă este atașată pe paralelogram pentru a face față terenului. Este echipat cu o cameră asistent de direcție și este capabil să semene culturi intercalate în timpul cultivației

Sursa: <https://www.pargasgard.fi/fi/system-cameleon>



Imaginea 28 – Proiectare în paralelogramă a sistemului Cameleon.

Sursa: <https://www.gothiaredskap.se/index.php/en/system-cameleon-en/functions/weed-control>



Există o tendință de cultivare a cerealelor în rânduri largi (25 și 37,5 cm sau altele, în funcție de tehnica agricolă disponibilă) sau semănatul în benzi. Acest lucru permite integrarea metodelor de combatere a buruienilor, cum ar fi prășirea între rânduri. Cu toate acestea, există și beneficii calitative și pentru această metodă. În special pentru grâul de toamnă, cultivația pe rânduri largi poate avea unele beneficii, cum ar fi: mai multe boabe în spic, greutate mai mare a boabelor și conținut mai mare de proteine brute, rezultând o calitate superioară și un preț al produsului cu amănuntul mai ridicat. Aceste rezultate ar putea fi obținute fără o reducere semnificativă a randamentului. Astfel de rezultate se datorează distanței mari între rânduri, care permite pătrunderea a mai multă lumină la culturi, comparativ cu distanța îngustă între rânduri. Cultura are mai multă suprafață activă de fotosinteză pentru o perioadă mai lungă de timp, deoarece frunzele inferioare nu mor atât de repede pe cât ar face-o într-un mediu mai dens. Fotosinteza mai lungă are ca rezultat acumularea mai multor proteine în cereale.

3.Controlul buruienilor bazat pe diferențele fiziologice dintre buruieni și culturile cultivate – un instrument pasiv care este folosit pentru înlăturarea și tăierea selectivă a buruienilor dincolo de punctul de recuperare.

Principiile de bază:

- 1.Cultura este mai subțire decât buruienile;
- 2.Buruienile sunt mai înalte decât cultura;
- 3.Există diferențe de rigiditate între culturi și buruieni.

Imaginea 29 – Combcut® în timpul cosirii buruienilor.

Sursa: <https://www.primewest.co.uk/combcut/>



Pentru eliminarea eficientă a buruienilor, este crucială sincronizarea. Momentul optim pentru cosirea buruienilor tinde să fie în timpul alungirii tulpinii. Viteza optimă de lucru este de 10 - 15 km / oră. Această metodă de combatere a buruienilor poate fi utilizată în cereale, leguminoase, pășune, porumb, cartofi, legume, rădăcinoase. Controlul selectiv al buruienilor ajută la reducerea stocului de semințe de buruieni în sol.

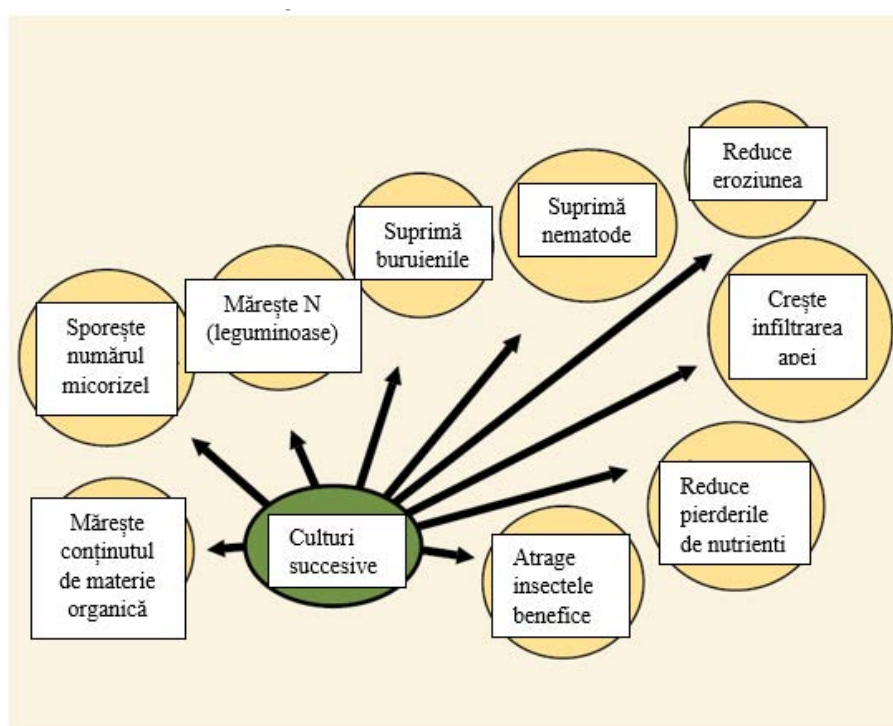
4. Controlul buruienilor pe baza tăierii buruienilor extinse – un instrument antrenat cu arbore care taie vârfurile buruienilor care sunt mai sus de cultura recoltată. Tăierea vârfurilor buruienilor le va împiedica maturizarea și infestarea locului. Acest instrument este eficient pentru combaterea la *Alopecurus myosuroides* (Coada vulpii) și ovăzului sălbatic.

Imaginea 30 – Weed Surfer™ tăind vârfurile buruienilor.
Sursa: <https://www.ctmrootcropsystems.co.uk/products/weed-surfer/>



Culturile succesive contribuie la crearea diversității maxime a plantelor. Plantele verzi asigură viața solului, construiesc materia organică și captează substanțe nutritive în țesuturile lor. Păstrarea substanțelor nutritive într-un ciclu biologic înseamnă că acești nutrienți nu vor fi levigați sau erodați și sunt într-o formă biologică legată, astfel încât plantele să le poată accesa mai ușor. Nutrienții păstrați într-o cultură succesivă nu apar la testul solului, dar pe măsură ce se descompun, substanțele nutritive eliberate în sol devin sub formă disponibilă pentru plante.

Figura 3 – Culturile succesive oferă multiple beneficii (17)



Culturile succesive sporesc fertilitatea generală a solului:

Fertilitatea chimică

Fixarea și restabilirea azotului, restabilirea macro-nutrienților și micro-nutrienților sau punerea lor la dispoziție este un plus benefic pentru culturile marfă, îmbunătățind în același timp fertilitatea solului. Nutrienții preluați și legați de către culturile succesive sunt eliberați încet. În ciuda faptului că culturile succesive tind să scadă randamentele în primii ani, introducerea lor în sistem aduce producției durabilitate pe termen lung. Utilizarea culturilor succesive va preveni deficitul de azot în sol pentru următoarea cultură marfă, prin îmbunătățirea biologiei solului. Bacteriile solului vor hrăni culturile cultivate, atât timp cât culturile succesive au fost introduse pentru a alimenta viața solului prin fotosinteză. Este important de reținut că utilizarea culturilor succesive mărește doar conținutul de azot și respectiv de carbon. Alți nutrienți trebuie adăugați în sol, folosind inputuri externe.

Relația dintre carbon și azot în culturile succesive: Raportul C / N determină cât de repede se va descompune biomasa în sol. Când raportul C / N al culturii succesive este mai mare decât raportul C / N al microorganismelor, microorganismele vor consuma azotul din mediul solului pentru a-și echilibra propriul raport C / N. Raportul C / N crește odată cu vârsta culturii succesive. Biomasa dezvoltată are țesuturi mai lemnoase, iar biomasa mai tânără este bogată în azot și conține mai puțin carbon. Muștarul verde se va descompune mai repede, dar muștarul înflorit va rămâne în sol mai mult timp. Raportul C / N obișnuit al solului este de 10:1. Biomasa, unde C / N este mai mare de 30:1, va consuma azotul pentru descompunerea sa, iar biomasa cu raport C / N între 10 și 25:1 va elibera azot. În cazul extirpării ulterioare, o mare parte din azot poate fi digerat de microorganisme, ceea ce face ca azotul să fie insuficient pentru următoarea cultură cultivată. Pentru a preveni acest lucru, este importantă alegerea culturilor succesive cu un raport C / N mai mic sau cu extirparea standului în fază optimă.

Fertilitatea fizică

Implementarea practicilor corecte (culturi succesive, rotații scurte și diversificarea culturilor, practici corecte de lucrare a solului etc.) va asigura creșterea materiei organice a solului, calitatea și profunzimea organizării structurale a solului, îmbunătățirea depozitării și gestionării apei. O utilizare mai bună a culturilor succesive în sistem va spori autonomia culturilor marfă, printr-o rezistență mai bună la stres și un potențial de sănătate general. Solul sănătos poate reduce la minimum necesitatea lucrării și a inputurilor din exterior. Necesitatea irigației este, de asemenea, redusă.

Fertilitatea biologică

Dezvoltarea unei activități biologice intense și diverse susțin menținerea echilibrului ecologic, unde dăunătorii sunt în mare parte controlați de prădătorii lor. Viața intensă și diversă a solului este o garanție a asigurării cu substanțe nutritive adecvate culturilor marfă. Plantele folosesc doar parțial nutrienții din soluția solului. În realitate, plantele sunt hrănite de o cantitate mare de microorganisme din sol în rizosferă, schimbând energia din exudatele radiculare. Gestionarea culturilor succesive este unul dintre pilonii fundamentali ai metodelor agricole eficiente, care sunt importante pentru mediu. Viața solului a devenit unul dintre factorii limitativi ai sistemelor agricole actuale. Introducerea culturilor succesive, a sistemelor de lucrare redusă a solului și a abordărilor fitosanitare, pot asigura producții suficiente în anii următori.

Înainte de a decide asupra culturilor succesive, trebuie considerate mai multe aspecte. Condițiile solului, clima și scopul culturii succesive:

- Este scopul principal de a adăuga azot disponibil în sol sau de a capta substanțele nutritive și de a preveni pierderile din sistem? (Leguminoasele formează azot; alte culturi succesive preiau azotul disponibil în sol.)
- Pentru a furniza cantități mari de reziduuri organice?
- Cultura succesivă este destinată ca mulci de suprafață sau să fie încorporată în sol?
- Este un obiectiv principal controlul eroziunii la sfârșitul toamnei și la începutul primăverii?
- Este solul foarte acid și nefertil, cu disponibilitate redusă de substanțe nutritive?
- Are solul o problemă de compactare? (Unele specii, cum ar fi iarba de Sudan, trifoiul dulce și ridichea furajeră sunt deosebit de bune pentru a atenua compactarea)
- Este suprimarea buruienilor obiectivul principal? (Unele specii cresc rapid și viguroase, în timp ce unele inhibă chimic și germinarea buruienilor)
- Care specii sunt cele mai bune pentru un anumit climat? (Unele specii sunt mai rezistente la ger decât altele)
- Vor determina clima și proprietățile de reținere a apei ale solului, o cultură succesivă să folosească atât de multă apă încât să dăuneze următoarei culturi?
- Sunt bolile rădăcinilor sau nematozii paraziți ai plantelor probleme care trebuie abordate? (De exemplu, s-a constatat că secara de toamnă suprimă o serie de nematode în diferite sisteme de cultură) *

În cele mai multe cazuri, există multiple obiective și opțiuni privind culturile succesive.

Tipurile culturilor succesive

Leguminoasele

Culturile leguminoase sunt adesea culturi succesive foarte bune. Leguminoasele anuale de vară, cultivate de obicei numai în timpul verii, includ soia, mazărea și fasolea. Leguminoasele anuale de toamnă care sunt semănate în mod normal în toamnă și prevăzute pentru a iarna includ mazărea de câmp austriacă de toamnă, trifoi purpuriu, mazăricea păroasă și trifoi subteran. Unele, cum ar fi trifoiul purpuriu și mazărea de câmp, pot iarna numai în regiunile cu geruri slabe. Măzăricea păroasă este aptă să reziste temperaturilor de iarnă destul de severe. Plantele bienale și cele perene includ trifoi roșu, trifoi alb, trifoi dulce și lucernă. Culturile, utilizate de obicei ca culturi anuale de toamnă, pot fi uneori cultivate ca anuale de vară în regiunile reci, cu sezon scurt. De asemenea, culturile anuale de vară care sunt ușor afectate de îngheț, cum ar fi fasolele, pot fi cultivate ca culturi anuale de toamnă. Unul dintre principalele motive pentru selectarea leguminoaselor ca culturi succesive este capacitatea lor de a fixa azotul din atmosferă și de a-l introduce în sol. Leguminoasele care produc o cantitate substanțială de creștere, cum ar fi mazăricea păroasă și trifoiul purpuriu, pot furniza peste 100 kg / ha de azot următoarei culturi.

*Mai multe informații despre utilizarea rotației corecte a culturilor și baza de date a bolilor transmise și nematode în sol pot fi găsite pe <https://www.best4soil.eu/>

Leguminoasele, cum ar fi mazărea de câmp, mazăricea și trifoiul roșu, asigură de obicei de la 30 până la 80 kg/ha de azot disponibil. Leguminoasele oferă, de asemenea, alte beneficii, inclusiv atragerea insectelor benefice, susținând controlul eroziunii și adăugarea de materie organică în sol.

Gramineele

Gramineele utilizate în mod obișnuit drept culturi de acoperire includ cerealele anuale (secară, grâu, orz, ovăz), graminee furajere anuale sau perene, cum ar fi raigrasul (*Lolium perenne*) și gramineele de sezon cald, cum ar fi sorgul sau iarba Sudanului. Culturile de acoperire neleguminoase, care sunt în principal specii de graminee, sunt foarte folositoare la captarea nutrienților, în special a azotului rămas dintr-o cultură anterioară. Acestea tind să aibă sisteme radiculare extinse, iar unele se dezvoltă rapid și pot reduce foarte mult eroziunea și compactarea solului. În plus, pot produce cantități mari de reziduuri și, prin urmare, pot contribui la crearea materiei organice în sol. De asemenea, pot contribui la suprimarea germinării și creșterii buruienilor. O problemă comună tuturor gramineelor este că, dacă cultura este crescută până la maturitate pentru cantitatea maximă de reziduuri, cantitatea disponibilă de azot pentru următoarea cultură este redusă. Acest lucru se datorează raportului C: N ridicat sau procentului scăzut de azot, în graminee aproape de maturitate. Problema poate fi evitată prin tăierea timpurie a gramineelor sau prin adăugarea suplimentară de azot sub formă de gunoi de grajd sau compost. O altă modalitate de a soluționa această problemă este de a asigura azot suplimentar prin însămânțarea unui amestec de leguminoase-graminee.

Cruciferele

Cruciferele sunt utilizate drept culturi succesive și includ muștarul, rapița și ridichea furajeră. Sunt utilizate din ce în ce mai mult ca culturi de toamnă sau în asolament la producerea de legume și culturi speciale, cum ar fi cartofi și copaci fructiferi. Rapița crește bine în condițiile umede și reci ale toamnei târzii, pe când alte tipuri de plante stau latente pentru iarnă. Ridichea furajeră a câștigat mult interes datorită creșterii sale rapide la sfârșitul verii și toamnei, ceea ce permite absorbția semnificativă a nutrienților. Dezvoltă o rădăcină mare, cu diametrul de 2,5 - 5 cm și lungimea de 30 cm sau mai mult, care poate străpunge straturile compactate, permițând înrădăcinarea mai profundă a următoarei culturi. Ridichea furajeră va îngheța în sol iarna și se va descompune până la primăvară lăsând solul în stare friabilă și îmbunătățind infiltrarea și depozitarea precipitațiilor. De asemenea, facilitează pătrunderea și dezvoltarea rădăcinii următoarei culturi. Rapița și alte culturi din familia Crucifere pot funcționa ca biofumiganți, suprimând dăunătorii solului, în special agenții patogeni ai rădăcinilor și nematodele parazitare ale plantelor. Orice așteptare că cruciferele vor elimina automat problemele dăunătorilor nu trebuie considerate drept soluție definitivă. Acestea reprezintă un bun instrument și o cultură în rotație excelentă, dar rezultatele gestionării dăunătorilor sunt inconsistente. Sunt necesare mai multe cercetări pentru a clarifica în continuare variabilele care afectează eliberarea și toxicitatea compușilor chimici implicați. Având în vedere că membrii acestei familii nu dezvoltă comunități de ciuperci micorizice, nu vor dezvolta micorize în cultura următoare.

Hrișca

Hrișca este o cultură anuală de vară care este ușor distrusă de îngheț. Va crește mai bine decât multe alte culturi succesive pe soluri cu fertilitate redusă. De asemenea, crește rapid și își completează ciclul de viață rapid, într-un sol cald fiind de aproximativ șase săptămâni de la plantare până la etapa de înflorire timpurie. Hrișca poate crește cu peste 60 cm înălțime în luna următoare însămânțării. Concurează bine cu buruienile, deoarece crește atât de repede și, prin urmare, este folosită pentru a suprima buruienile după cultivarea legumelor de primăvară devreme. De asemenea, s-a constatat că suprimă agenții patogeni importanți ai rădăcinilor, inclusiv speciile *Thielaviopsis* și *Rhizoctonia*. Este posibil de crescut mai mult de o cultură de hrișcă pe an în multe regiuni. Semințele sale nu se dispersează pe suprafață mare, dar se pot însămânța și pot deveni buruieni. Pentru a preveni maturarea lor, aceasta trebuie cosită sau tăiată înainte ca semințele să se dezvolte. Are o rădăcină acidă, extrage mult fosfor din sol, în special din rezervele solului și produce multă biomasă. În plus, hrișca are un sistem radicular dens, superficial, care atrage o mulțime de minerale și le păstrează până când planta de hrișcă se descompune și eliberează aceste minerale înapoi în sol într-o formă disponibilă plantei.

Pe lângă faptul că hrișca este o cultură succesivă excelentă, aceasta este și o cultură de perspectivă. Nu este rezistentă la îngheț, deci trebuie să fie semănată mai târziu în sezon, în funcție de regiune. Poate fi folosită ca cultură succesivă, ceea ce înseamnă obținerea a doua recoltă în sezon după culturile timpurii, cum ar fi trifoiul purpuriu sau cerealele timpurii. Trebuie de avut grijă în perioada după recoltare, deoarece hrișca conține multă biomasă verde atunci când este recoltată. Boabele trebuie aerate și uscate cât mai curând posibil pentru a evita putrezirea acestora și infestarea cu mușegai.

Tabelul 7 – Scopul culturilor succesive (24)

Scopul	Speciile
Producția maximă de biomasă	Sorg sau Iarbă de Sudan, cânepă, mei, ovăz
Fixarea azotului	Bob, mazăre de câmp, mazăre de toamnă austriacă, mazărice, lupin, fasolea
Reducerea compactării solului	Ridiche albă (ridichea Daikon), ridiche oleaginoasă, muștar, facelia, in



Înființarea culturilor succesive

Dacă obiectivul principal este de a acumula o cantitate mare de materie organică, cel mai bine este să fie cultivată o cultură succesivă pe întregul sezon de cultivare, ceea ce înseamnă că în anul respectiv nu va fi cultivată nici o cultură marfă. Lucerna sau amestecul de leguminoase și graminee poate servi acestui scop. Cultivarea culturilor succesive în timpul unui an este eficientă în suprimarea buruienilor perene și este folositoare pentru solurile foarte infertile sau erodate. Ele susțin sistemele de producție atunci când nu există gunoi de grajd disponibil.

Însămânțarea după recoltarea culturii marfă

Majoritatea culturilor succesive sunt înființate după recoltarea unei culturi destinate comercializării. În acest caz, nu există concurență între cultura succesivă și cultura principală. Semințele pot fi încorporate direct în miriște sau însămânțate în timpul cultivării ultra-superficiale, care determină buruienile și semințele de a germina împreună cu semințele culturii succesive semănate. Secara de toamnă este cea mai fiabilă cultură succesivă pentru majoritatea condițiilor și are, de asemenea, efect fitosanitar prin producerea de exudați, care sunt alelopatici pentru o mulțime de buruieni comune.

Cultura intercalată/semănătură sub covor

Acest lucru reprezintă însămânțarea culturilor în timpul cultivării culturii marfă. Culturile intercalate sunt de obicei semănate sub covor în sistemele de cultură a cerealelor de toamnă sau semănarea în solul înghețat la începutul primăverii.

Semănatul în sol înghețat este practica introducerii trifoiului roșu în grâul de toamnă chiar înainte de înverzire. În majoritatea anilor, perioada ideală este între mijlocul lunii martie și începutul lunii aprilie. Este importantă topirea zăpezii înainte de însămânțare. Zăpada adâncă va face ca sămânța să se deplaseze în zonele inferioare ale câmpurilor, pe măsură ce zăpada se topește și poate duce la aglomerații slabe. Ciclurile sezoniere de îngheț-dezghet fac ca solul să dezvolte în mod repetat mici fisuri la suprafață, permițând semințelor de trifoi să obțină un contact bun cu solul pentru germinare. Inocularea semințelor este foarte recomandată în câmpurile în care trifoiul roșu nu a fost cultivat în ultimii ani.

Amânarea însămânțării culturilor intercalate până când cultura principală începe a se dezvolta, înseamnă că cultura marfă va putea crește bine în ciuda concurenței. Buna înființare a culturilor intercalate necesită umiditate. Pentru culturile cu semințe mici, o anumită acoperire a semințelor cu sol sau reziduuri de culturi. Este important ca semințele mici să nu fie îngropate prea adânc, prin urmare, se recomandă o semănătoare separată în timpul însămânțării, care va arunca semințele pe suprafața solului înainte ca cuțitele să le încorporeze ușor în sol la o adâncime de 1-2 cm. O altă opțiune este răspândirea semințelor în timpul sau după ultima cultivație a culturilor cu distanță mare între rânduri. Cea mai bună metodă de înființare este utilizarea unui cultivator pe rând cu semănătoare cu aer.

Culturile intercalate cu boabe mărunte care sunt răspândite în timpul însămânțării servesc drept protecție împotriva eroziunii pentru cultura marfă. Culturile cu distanță mare între rânduri sunt deosebit de predispuse la eroziunea de apă și de vânt.

Cultura de acoperire în câmpul de porumb poate servi ca strat / covor de protecție pentru sol în timpul recoltei. Porumbul este recoltat de obicei mai târziu în sezon, când solul este umed și predispus la compactare prin echipamente grele, iar culturile intercalate pot proteja solul de compactare. În ciuda faptului că cerealele sunt cultivate într-o proporție mai mare, acestea nu asigură o protecție suficientă a solului împotriva eroziunii apei, și de aceea se recomandă semănatul culturilor intercalate. Un alt beneficiu al culturilor intercalate este capacitatea de a hrăni organismele solului după înflorirea culturii marfă (în special a cerealelor). La această etapă, cultura principală își transferă cea mai mare parte a energiei în producerea boabelor, limitând fluxul de zaharuri la rădăcini. Rădăcinile stopează producția de exudate radiculare, care alimentează de obicei microorganismele solului. Culturile de acoperire pot subvenționa cultura principală și pot hrăni biologia solurilor pentru a menține o activitate ridicată. Gramineele sunt extraordinar de bune în acest scop, iar trifoiul poate furniza solului mai mult azot.

Imaginea 31 – Lucerna răsărind în miriștea de ovăz.

Foto: Adam Brezáni



Culturile intercalate și mulciul viu

Culturile intercalate au multe beneficii. În comparație cu solul gol, o acoperire a solului asigură controlul eroziunii, condiții mai bune de utilizare a echipamentelor agricole grele în timpul recoltării, capacitate mai mare de infiltrare a apei și o sporire a cantității de materie organică în sol. În plus, dacă cultura cultivată este o leguminoasă, se asigură o bază semnificativă de azot, care va putea fi disponibilă pentru culturile cultivate ulterior. Un alt beneficiu este atragerea insectelor benefice la plantele cu flori, cum ar fi acarienii prădători. Au fost observate mai puține daune ale insectelor în policultură decât în monocultură.

Cultivarea altor plante în apropierea culturii principale prezintă, de asemenea, potențiale pericole. Cultura intercalată poate adăposti insecte dăunătoare. Majoritatea deciziilor privind gestionarea în vederea utilizării culturilor intercalate sunt legate de minimizarea concurenței cu cultura de bază. În cazul în care culturile intercalate cresc prea înalte, pot concura cu cultura de bază pentru lumină sau poate interfera fizic cu creșterea sau recoltarea principalei culturi.

Culturile pot concura pentru apă și nutrienți. Nu se recomandă utilizarea plantelor intercalate atunci când cantitatea de precipitații în regiune este insuficientă pentru cultura de bază. O modalitate de a reduce concurența este de a întârzia însămânțarea plantelor intercalate până când cultura principală va fi bine dezvoltată. Culturile intercalate destinate îmbunătățirii solului care sunt însămânțate mai târziu decât cultura de bază anuală sunt denumite de obicei culturi succesive. O altă modalitate de a reduce concurența culturilor succesive este însămânțarea culturii de bază într-o fâșie relativ largă fără acoperire. Aceasta asigură o distanță mai mare între cultura principală și rândurile culturii intercalate.

Mulci ai culturii succesive in-situ și ex-situ

Culturile succesive pot fi folosite pentru producția de mulci în producția de cartofi sau legume.

1. Mulci in-situ – cultivate pe același teren ca și cartofii sau legumele. Culturile de acoperire sunt însămânțate toamna (de obicei secară de toamnă amestecată cu mazărice sau mazăre) creând un suport gros, care se cosește înainte de plantarea cartofului sau transplantarea legumelor. Cosirea se poate efectua cu un tăvălug cu lame sau cu o mașină de tuns iarba după înflorirea cerealelor și a leguminoaselor. Un transplantator special trebuie utilizat pentru plantarea cartofilor sau a legumelor. Dacă o parte din biomasa înlăturată se regenerează, poate fi folosită mașina de tuns iarba pentru a tunde astfel de plante, chiar deasupra cartofilor sau legumelor care răsar.
2. Mulci ex-situ – cultivate pe un teren diferit decât cartofii sau legumele. Cultura succesivă, însămânțată toamna (de obicei secară de toamnă amestecată cu mazărice sau mazăre) tocată în bucăți lungi de 5 - 10 cm, care sunt transportate pe parcela de producție. Împrăștierea se realizează cu ajutorul unui dispozitiv de răspândire a gunoiului de grajd cu băți orizontale pentru a asigura o împrăștiere uniformă a mulciului pe câmpul pregătit – grosimea optimă este de aproximativ 8 cm. Mulciul se împrășteie înainte de sădirea legumelor. În cazul cartofilor, mulciul poate fi împrăștiat fie înainte de plantare, fie când au apărut plantele de cartofi.

În ambele tipuri de aplicare a mulciului, s-a constatat că cartofii sunt mai puțin sensibili la infestarea cu gândacii de cartofi și mai rezistenți la infecțiile cu phytophthora. Legumele cultivate în astfel de condiții au o durată de viață prelungită. Mulciul asigură protecție împotriva evaporării apei din sol, reprezintă hrană pentru rămele care absorb reziduurile plantei în sol și le digeră în timp ce aerează solul. În cazul producției de legume ex-situ, atunci când legumele sunt sădite direct în mulci, acesta poate oferi nutrienți și pentru cultura legumelor. Raportul de cereale și leguminoase în amestec trebuie să fie echilibrat. Prin adăugarea mai multor leguminoase mulciul nu va rezista atât de mult pe suprafața solului (descompunere mai rapidă) comparative cu creșterea mai multor cereale. Aceasta depinde de nevoile specifice și de condițiile de creștere.





Imaginea 32 – Amestec de toamnă - secară de toamnă, măzăriche și trifoi roșu înainte de a fi cosit.
Foto: Martin Matěj

Imaginea 33 – Răspândirea mulciului de cultură succesivă peste cartofii răsați.

Sursa: <https://humus-macht-leben.com/bodenfruchtbarkeit/kartoffel-mulchen/>



Imaginea 34 – MulchTec, o soluție pentru sădirea legumelor în reziduuri de culturi cu un mecanism PTO de tăiere acționat. Transplantatorul este de asemenea echipat pentru aplicarea îngrășămintelor în zona organică.

Sursa: <https://mulch-gemuesebau.de/wp-content/uploads/mulchtec-flyer-english.pdf>



Rotația culturilor

1, 13, 17, 22, 25

Este binecunoscut faptul că, cultivând aceeași cultură an de an, monocultura, aduce cu sine anumite specii de buruieni. Poate fi legat de lucrare sau fertilizare, dar un alt factor este solul degradat, cu conținut scăzut de humus, cauzat de culturile prășitoare, cum ar fi porumbul, bumbacul sau soia. De obicei, pe măsură ce trec anii, este necesar un conținut mai mare de îngrășăminte, împreună cu pesticide și mai multe erbicide. Multe studii științifice au demonstrat că, atunci când este efectuată rotația culturilor, randamentele nu numai că se îmbunătățesc (fiind necesar mai puțin îngrășământ exterior), dar structura solului se îmbunătățește și populațiile de buruieni (specii) se schimbă. Fiecare tip de buruienă crește cel mai bine în anumite condiții ale solului și de echilibru al nutrienților. Evident că este necesar o planificare a rotației culturilor care să funcționeze pentru fermă (pentru sol, climă și portmoneu) și una care, în cele din urmă, să susțină acumularea și îmbunătățirea solului, astfel încât condițiile nefavorabile ale solului să poată fi eliminate. Este necesară alternarea culturilor care asigură formarea solului (leguminoase, graminee cu rădăcini fine) cu culturile care epuizează solul (porumb). Cultivarea leguminoaselor fixatoare de azot chiar înainte de culturile cu consum ridicat de azot, precum porumbul, înseamnă că este nevoie de procurarea unei cantități mai mici de azot. Acest lucru poate fi, de asemenea, valabil pentru grâul de toamnă sau pentru spelta, unde leguminoasele, cum ar fi lucerna, pot spori conținutul de proteine brute în boabe. Gramineele sunt constructori excelenți de sol. Chiar dacă ferma nu are animale, fânul poate fi cultivat ca o cultură marfă, sau culturile intercalate precum gramineele / leguminoasele care pot fi semănate între rândurile culturilor cerealiere în toamnă. O rotație scurtă sau „strânsă” funcționează mai bine decât cultivarea aceleiași culturi, mai mult de un an sau doi (sau trei pentru fân). Ideea este de a menține buruienile „dezechilibrate” și de a avea o cultură diferită aproape în fiecare an (sau doi). De asemenea, unele culturi pot suprima creșterea buruienilor prin umbrire sau prin efecte aleopatice. Culturile aleopatice obișnuite includ secara, orzul, ovăzul, grâul, porumbul, păiușul înalt, sorgul, iarba de Sudan, soia, lucerna, trifoiul roșu, mazărea, fasolea de câmp, floarea soarelui și hrișca.



Principiile Generale privind Ghidarea Rotației Culturilor

Adaptat din Building Soils for Better Crops (2009) (17)

1. Urmați o cultură de leguminoase cu o cultură care necesită un nivel ridicat de azot.
2. Cultivați culturi mai puțin solicitante de azot în al doilea sau al treilea an după o cultură leguminoasă.
3. Cultivați culturi anuale timp de numai un an într-o anumită locație.
4. Nu urmați o cultură cu o altă specie cu particularități biologice similare.
5. Folosiți un program de culturi care promovează culturi mai sănătoase.
6. Folosiți un program de culturi care ajută la combaterea buruienilor.
7. Folosiți perioade mai lungi de culturi perene pe terenuri în pantă.
8. Încercați să cultivați o cultură cu sistem radicular adânc ca parte a rotației.
9. Cultivați culturi care vor lăsa o cantitate semnificativă de reziduuri.
10. Când se cultivă un amestec larg de culturi, încercați să le grupați în blocuri în funcție de familia de plante, de perioada culturilor (de exemplu, toate culturile timpurii de sezon împreună), tipul de cultură (rădăcină vs. fructe vs. frunze), necesități de nutrienți sau culturi cu practici de cultivare similare.

Pași de planificare a rotației culturilor

Sunt adoptați următorii pași din Rotația Culturilor la Fermele Ecologice (2020)

1. Identificați și prioritizați-vă obiectivele pentru rotația culturilor (de exemplu, conformarea organică, combaterea buruienilor, controlul bolilor, calitatea solului).
2. Enumerați amestecul de culturi dorit.
3. Verificați suprafața excesivă într-o singură familie.
4. Identificați îmbinarea de culturi și alternarea lor care funcționează la fermă (inclusiv culturile succesive).
5. Elaborați o hartă de planificare a rotației culturilor, menționând ce parcele sau câmpuri (sau părți de câmpuri) sunt zone cu probleme care ar putea afecta anumite culturi.

Este important de reținut că planul ideal este suficient de flexibil pentru a răspunde condițiilor economice și meteorologice în schimbare, păstrând în același timp sănătatea solului și sănătatea economică a fermei. Operațiunile diversificate care cultivă mai multe tipuri diferite de culturi ar trebui să se concentreze pe o bună alternare a culturilor, care necesită înregistrări exacte ale culturilor cultivate în fiecare câmp.



Lista culturilor din Română în Latină

Bob – *Vicia faba* L.
Bumbac – *Gossypium hirsutum*
Cartofi – *Solanum tuberosum*
Crotolaria – *Crotalaria juncea*
Fasole lablab – *Lablab purpureus* (L.) Sweet
Floarea soarelui – *Helianthus annuus*
Grâu de toamnă – *Triticum aestivum* L.
Iarba sudanului – *Sorghum sudanense*
In – *Linum usitatissimum*
Latir – *Lathyrus sativus*
Linte – *Lens esculenta*
Lucernă – *Medicago sativa*
Lupin – *Lupinus albus* L.
Mazăre austriacă de toamnă – *Pisum sativum* L.
Mazăre de câmp – *Pisum arvense* L.
Măzăriche – *Vicia villosa*
Măzăriche comună – *Vicia sativa*
Mei perlat – *Pennisetum glaucum*
Muștar – *Brassica nigra*
Orz – *Hordeum vulgare*
Ovăz – *Avena sativa* L.
Ovăz negru – *Avena strigosa* Schreb.
Păiuș – *Festuca arundinacea*
Păiuș peren – *Festuca perennis*
Porumb – *Zea mays* subsp. *Mays*
Rapiță – *Brassica napus*
Ridiche furajeră/ridiche oleaginoasă – *Raphanus sativus*
Secară de toamnă – *Secale cereale*
Semințe de Niger – *Guizotia abyssinica*
Soia – *Glycine hispida* (Moench) Maxim.
Sorg – *Sorghum bicolor*
Sulfină – *Melilotus officinalis* (L.) Lam.
Trifoi alb – *Trifolium repens*
Trifoi purpuriu – *Trifolium incarnatum*
Trifoi roșu – *Trifolium pratense* L.
Trifoi subteran – *Trifolium subterraneum*
Vigna – *Vigna unguiculata* L. Walp.

- (1) Zimmer G (2000) The Biological Farmer: A Complete Guide to the Sustainable and Profitable Biological System of Farming (1st edn). Acres U.S.A., Publishers
- (2) Soil biology - <https://extension.umn.edu/soil-management-and-health/soil-biology#sources-1390210>
- (3) Brady NC, Weil RC (2012) The Nature and Properties of Soils. (14th edn), Dorling Kindersley India Pvt. Ltd, Noida, India.
- (4) Hoorman JJ, Islam R (2010) Understanding soil microbes and nutrient recycling. Agricultural and natural resource 16(10).
- (5) The spade test - https://www.youtube.com/watch?v=f-kigHj3vbw&ab_channel=FiBLFilm
- (6) Ball B, Guimarães R, Baley T, Munkholm L (2012) Visual Evaluation of Soil Structure - https://www.sruc.ac.uk/info/120625/visual_evaluation_of_soil_structure
- (7) Know your Soils - <https://soils.vidacycle.com/category/know-your-soils-2/>
- (8) The Slake Test - <https://soils.vidacycle.com/soil-tests/1-2-slake-0-8/>
- (9) Soil Health principles - https://www.youtube.com/watch?v=9uMPuF5oCPA&ab_channel=SAREOutreach
- (10) Water infiltration test - <https://soils.vidacycle.com/soil-tests/1-3-infiltration-rate/>
- (11) Nitrate test by Bioforschung Austria (Wilfried Hartl – Boden Nitrat Test) - https://www.bioforschung.at/wp-content/uploads/2019/02/Einfacher_Boden_Nitrattest_Folder-2016.pdf
- (12) Nichol K (2011) Soil Quality Demonstrations and Procedure. USDA-ARS-Northern Great Plain Research Laboratory - <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/35170/soil%20quality%20demos%20January%202011.pdf>
- (13) Zimmer G, Zimmer-Durand L (2011) Advancing Biological Farming. Acres U.S.A., Publishers
- (14) Roques S, et al. (2013) Review of the non-NPKS nutrient requirements of UK cereals and oilseed rape. HGCA Research Review No. 78 - https://www.researchgate.net/publication/277669269_Review_of_the_non-NPKS_nutrient_requirements_of_UK_cereals_and_oilseed_rape

- (15) Sharma, S, Chowdhury, A. (2021). Phosphorus transitions in traditional eco-knowledge versus chemical based agri-amendment systems of stress-prone semi-arid tropics: Finding the real game-changer. *Ecological Indicators*. 121. 107145. 10.1016/j.ecolind.2020.107145 - - https://www.researchgate.net/publication/346052875_Phosphorus_transitions_in_traditional_eco-knowledge_versus_chemical_based_agri-amendment_systems_of_stress-prone_semi-arid_tropics_Finding_the_real_game-changer
- (16) Sharma, S, Sayyed, R, Trivedi, M, Thivakaran, A. (2013). Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*. 2. 587. 10.1186/2193-1801-2-587. https://www.researchgate.net/publication/272188205_Phosphate_solubilizing_microbes_Sustainable_approach_for_managing_phosphorus_deficiency_in_agricultural_soils
- (17) Magdoff, F, Es H (2009). Building soils for better crops. Sustainable soil management. Third edition. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) program. United Book Press. <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Building-Soils-For-Better-Crops.pdf>
- (18) 7 steps to successful subsoiling <https://www.fwi.co.uk/arable/land-preparation/soils/7-steps-to-successful-subsoiling>
- (19) Moncada M K, Sheaffer C Craig. (2010) Risk Management Guide for Organic Producers. Regents of the University of Minnesota. https://organicriskmanagement.umn.edu/sites/organicriskmanagement.umn.edu/files/risk_management_publication.pdf
- (20) Thomas F, Archambeaud M. (2013) Les couverts végétaux, gestion pratique de l'interculture. Editions France Agricole, 1ère édition.
- (21) Gross P. (2018). Frost seeding red clover into winter wheat. Michigan State University Extension.
- (22) Tipsheet: Crop Rotation in Organic Farming Systems. 2015. U.S. Department of Agriculture's Marketing Service, National Organic Program https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Crop%20Rotation%20in%20Organic%20Farming%20Systems_FINAL.pdf
- (23) CAPOUCHOVÁ, I. – PETR, J. – BICANOVÁ, E. – FAMĚRA, O. 2009. Effects of organic wheat cultivation in wider rows on the grain yield and quality. *Lucrari Stiintifice, Scientific papers, series A Agronomy*, 2009, roč. 52, č. 1, s. 97 - 102. ISSN: 1222-5339.
- (24) Dirici Z. 2020. Improving soil health with cover crops. Best4Soil project. https://www.youtube.com/watch?v=NFCSwd70aTU&ab_channel=Best4SoilNetwork
- (25) Mohler L CH., Johnson E S. 2020. Crop rotation on organic farms. Sustainable Agriculture Research and Education (SARE) program. United Book Press. <https://www.sare.org/resources/crop-rotation-on-organic-farms/>

- (26) Schonbeck M. (2015) What is “Organic No-till,” and Is It Practical? <https://eorganic.org/node/2594>
- (27) Johannes Storch (2020) Mulch cover crops in vegetable production. <https://mulch-gemuesebau.de/mulchdecke/>
- (28) Caley Gasch (2019) Soil organic matter in cropping systems. <https://extension.umn.edu/soil-management-and-health/soil-organic-matter-cropping-systems#carbon-to-nitrogen-ratios-of-residues-1964912>
- (29) Vinayak Shedekar. Solvita ® CO₂ Respiration Soil Health Test.
<https://agcrops.osu.edu/newsletter/corn-newsletter/2019-08/solvita-%C2%AE-co2-respiration-soil-health-test>



Imprimat

AUTOR

Adam Brezáni

REDACTORI

Boris Boincean, Martin Prudil

TRADUCERE ÎN ROMÂNĂ

Cristina Colun

DESIGN

Lucie Pytlíková

**NOTĂ**

publicat în 2022 în cadrul proiectului Suportul Instituțional în Agricultură Ecologică din Republica Moldova, finanțat de către Agenția Cehă pentru Dezvoltare și implementat de către Institutul Central pentru Supraveghere și Testare în Agricultură.

Hroznová 2, Brno 656 06, Czech Republic, [www. ukzuz.cz](http://www.ukzuz.cz)

ISBN: 978-80-7401-215-0



CZECH REPUBLIC
DEVELOPMENT COOPERATION



Central Institute for Supervising
and Testing in Agriculture