

© Eugen Ulmer KG Stuttgart Germany

© 2022 Editura M.A.S.T., București

Lucrarea și întregul său conținut sunt protejate prin drepturi de autor. Se interzice și se penalizează utilizarea lucrării în afara limitelor drepturilor de autor și fără consimțământul editurii M.A.S.T. Acest lucru include copierea, traducerea, microfilmarea, stocarea și prelucrarea în sisteme electronice.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

**NASER, DIETMAR**

**Regenerarea fertilității solului : metode fizico-chimice de analiză : metode mecanice, chimice și biologice pentru refacerea vitalității solului : 112 ilustrații, 23 de tabele / Dietmar Naser. - București :**

Editura M.A.S.T., 2022

ISBN 978-606-649-149-5

631.4

Traducere: Alexandra Stătescu

Dietmar Näser

# Regenerarea fertilității solului

**Metode fizico-chimice de analiză.  
Metode mecanice, chimice  
și biologice pentru refacerea  
vitalității solului**

După a doua ediție adăugită (în l. germană)

112 ilustrații

23 de tabele

M.A.S.T., 2022

Prefață la a doua ediție 6

1 De unde începem? 8

1.1 Evaluarea calității solului cu sapa și sonda 8

1.2 Analiza solului 14

1.3 Fertilizarea revitalizantă a solului 25

2 Afânarea solului – stratul revitalizabil al solului 33

2.1. Tasarea solului în adâncime– activă și pasivă 34

2.2 Tehnologia 39

2.3 Formarea legăturilor biologice între substanțele nutritive din sol 41

2.4 Când să afănăm solul? 43

3 Stimularea faunei solului cu îngrășăminte verzi 44

3.1 Culturi de acoperire 44

3.2 Culturi intermediare de vară și culturi intermediare verzi de iarnă 46

3.1 Culturi intercalate 51

4 Descompunerea de suprafață: hrăniți-vă microfauna din sol 55

4.1 Tehnica corectă de încorporare a plantelor verzi în sol 56

4.2 Dirijarea descompunerii cu ajutorul extractelor vegetale 63

4.3 Controlarea efectului de descompunere 65

4.4 Etape ale arăturilor la suprafață 66

4.5 Succesiunea tehnicilor de prelucrare a solului 69

5 Folosirea extractelor vegetale 73

5.1 Producerea de extracte vegetale pe cont propriu 76

5.2 Fermentarea gunoiiului de grajd 81

5.3 Extracte vegetale în completarea compostului lichid 89

5.4 Digresiune– evitarea putrefacției în sol 89

6 Revitalizarea culturilor cu compost lichid 97

6.1 Stresul abiotic, un factor de frânare a profitului subapreciat 97

6.2 Ameliorarea capacității de fotosinteză 99

6.3 Stimulentul creșterii: compost lichid dinamizat 101

6.4 Suplimente minerale în compostul lichid 106

6.5 Vitalizarea culturilor poate înlătura buruienile 107

7 Reexaminarea metodelor folosite 110

7.1 Măsurarea activității de fotosinteză în frunze 110

7.2 Măsurarea absorbției substanțelor nutritive și a rezistenței împotriva bolilor 116

7.3 Măsurarea reacțiilor biocenozei la stropirea frunzelor cu substanțe revitalizante 119

7.4 Analiza plantelor 123

7.5 Măsurarea temperaturii cu infraroșu 124

8 Coabitarea plantelor și a faunei din sol 127

8.1 Hrănirea plantelor-hrănirea solului 127

8.2 Căi de absorbție a substanțelor nutritive de către plante 130

8.3 Plantele și microbii din sol construiesc rețeaua de hrănire a solului 133

8.4 Cele patru niveluri ale sănătății plantelor 149

8.5 Procesele formatoare de humus 153

9 Cei 7 pași ai tranziției la agricultura regenerativă 162

10 Greșeli frecvente în primele etape ale agriculturii regenerative 164

10.1 Culturile mixte 165

10.2 Culturile furajere și pășunile 168

10.3 Legumele de câmp și legumele în cultură protejată 169

Explicarea termenilor de specialitate 172

Determinarea calității solului 178

Valori comparative pentru analiza plantelor 179

Trecerea de la modul de funcționare actual al agriculturii la agricultura regenerativă începe cu o analiză amplă: Care sunt situațiile existente la nivelul solului (structura solului, tasarea, conținutul în substanțe nutritive)? Ce boli ale plantelor și ce buruieni pot apărea în mod tipic? Care este varietatea și densitatea populației de organisme vii? Ce boli datorate acestora pot apărea? Care au fost rezultatele analizei plantelor și a recoltelor până acum?

### 1.1 Evaluarea calității solului folosind sapa și sonda

Starea de afânare– conceptul este uzual pentru un aluat de pâine complet fermentat– este o caracteristică a unui sol revitalizat. Așa cum în cazul unui aluat crescut drojdiile și-au îndeplinit misiunea atunci când aluatul este afânat, un sol afânat este un sol activ din punct de vedere microbial. Și de aceea trebuie evaluată viața microbială a solului.

Evaluati toamna și primăvara structura solului de pe câmpuri cu sapa și sonda. Toamna, cu puțin timp înainte de sfârșitul fazei de creștere, veți putea vedea, după recoltă, cum s-a afânat solul ca urmare a măsurilor luate. Evaluările se fac toamna.



**Img. 1** Examinarea stratului arabil cu lopata. Afânarea se realizează prin intermediul microorganismelor. Ele nu pot fi văzute, dar efectele lor se văd.



**Img. 2** Testarea afânării cu sonda. La introducerea și extragerea sondei se observă dacă stratul afânat a crescut sau a fost deteriorat.

Dacă găsiți solul din ce în ce mai afânat și din ce în ce mai puține buruieni de smuls, înseamnă că ați reușit să integrați substanțele nutritive în amestecul de humus și argilă al solului.

Procesele de reînnoire a solului în urma cărora se formează humus încep primăvara la începutul fazei de vegetație, la temperaturi de peste 6° C. Tot atunci se seamănă majoritatea culturilor. Cu bonitarea solului puteți testa efectul cultivării solului și calitatea semănăturii.

#### Observații:

- Acoperirea și permeabilitatea suprafeței solului
- Culoarea, mirosul și textura în orizontul A (adâncimea lopeții)
- Aspectul rădăcinilor (inclusiv ale buruienilor)
- Formațiunile de orizont și straturile tasate. Creșterea sau reducerea straturilor de sol pot fi observate cu ajutorul unei sonde.

Notați-vă ceea ce aflați. Dacă veți avea succes, veți putea observa deja modificări în sol după câteva săptămâni. Dar și lipsa de afânare a solului poate fi vizibilă, când faceți compromisuri cu privire la metoda de lucru. În anexă veți găsi o fișă de observație „Parametri de testare a stratului arabil al solului cu lopata și sonda” pe care o puteți copia.

Mirosul solului este un indiciu important despre activitatea biologică a microorganismelor din sol. Ar trebui să fie un miros plăcut, argilos-mineral, cu un ton dulceag, similar cu morcovii sau solul pădurilor. Pământul fără miros este lipsit de viață sau inactiv din punct de vedere biologic. De exemplu pământul nu miroase a nimic după terminarea fazei de vegetație și nici înainte de începutul ei: este prea frig pentru activitatea microbială.

**Tabelul 1: Bonitarea (aprecierea) solului – evaluarea caracteristicilor stratului arabil**

bun / în creștere	zona de referință	slab/în scădere
<ul style="list-style-type: none"> <li>– acoperit în proporție de 50% sau mai mult cu plante sau rămășițe ale recoltei; suprafață fărâncioasă, deschisă</li> <li>– la testare, apa se absoarbe repede, cca. 10 l pe 0,1 m<sup>2</sup> în 2-5 minute</li> </ul>	Suprafața solului	<ul style="list-style-type: none"> <li>– lipsa vegetației care să acopere solul</li> <li>– înnămolit; alge verzi, acumulare de mușchi</li> <li>– particule de pământ neuniforme, întrepătrunse cu cocloașe</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– particule de sol rotunde, uniforme de cca. 2-5 mm</li> <li>– o nuanță brună, caldă; mai jos poate fi ceva mai deschis sau mai gri</li> <li>– miros plăcut de pământ</li> </ul>	Orizontul A (la adâncimea unei lopeți)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Particule colțuroase sau lipsa particulelor, zone de injectare cu crăpături nete</li> <li>– Nuanță gri</li> <li>– Lipsit de miros sau cu iz de la mucegai până la putreziciune</li> <li>– Porțiuni maronii pe rădăcini, rădăcinile prezintă urme vizibile de vătămare</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– alb, uniform ramificat</li> <li>– prins strâns de rădăcinile fine, pământul se desprinde greu sub acțiunea apei</li> <li>– rădăcinile nu prezintă urme vizibile de deteriorare</li> <li>– pe lopată secțiunea de sol are un aspect legat, ca o budincă</li> </ul>	Rădăcinile	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pământul se desprinde ușor, puține rădăcini fine</li> <li>– Capete de rădăcini scurte și groase, fără ramificații fine</li> <li>– La cereale și ierburi pământul rămâne prins doar de rădăcinile tinere, &lt;5 cm lungime</li> <li>– Rădăcinile buruienilor sunt albe</li> <li>– Solul se desprinde de lopată ca paginile unei cărți, fiecare orizont de prelucrare poate fi ușor ridicat</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– o rețea generalizată de pământ și rădăcini</li> <li>– cu sonda nu sunt perceptibile zone compactate la o adâncime mai mare de 50 de centimetri</li> </ul>	Formarea orizonturilor și a straturilor de compactare	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pot fi observate cu ajutorul sondei mai multe straturi de compactare aproape de suprafață</li> <li>– Pe la 30-40 de centimetri sunt clar vizibile urme ale plugului</li> </ul>

Mirosurile stătute, de mucegai indică o lipsă de diversitate a populației de microbi și prin urmare un deficit de substanțe nutritive. Mirosurile înțepătoare precum cele de sub turiță, ventrlică, urzică moartă/sugel și tapoșnic arată în mod special deficit de substanțe nutritive.

Mirosurile tipic rășinoase de sub urzici, ștevie și măcriș și sub rădăcinile de pălămidă sugerează o activitate intensă de descompunere a microbilor din sol care blochează disponibilitatea celor mai importante substanțe nutritive microscopice (ca de ex Fe, Mn, Zn).

Mirosul neplăcut (de descompunere sau de cadavru) indică o deteriorare masivă a vieții solului; asta se găsește în special sub cărările de circulație. Dacă ați stropit în timpul cultivării solului sau pe roțile utilajelor grele cu extracte vegetale (vezi capitolele



**Img. 3** Testul de probă. Un ligean cu diametrul de 40 cm corespunde unei suprafețe de sol de cca 0,1 m<sup>2</sup> iar unei cantități de 10 l de apă le corespund deci 100 mm de precipitații

2 și 5), va mirosi, în ciuda urmelor clare de tasare, a salată de castraveți sau apă de ploaie stătută, dar nu a cadavru.

Rădăcinile ar trebui să se răspândească sub forma unui clopot sub plante cu tulpina ramificată (ex. cerealele și cartofii), iar rădăcinile laterale ale plantelor cormofite (ex. sfecla de zahăr, rapița, multe dintre legume) formează un con orientat cu vârful în jos. Rădăcinile rupte indică un orizont tasat (uneori deja dezintegrat) care sunt adesea un rezultat al cultivării pământului. Rădăcinile laterale răzlețe, îngroșate, puțin ramificate apar la plantele forțate să crească în soluri sărace în humus și neafânate. Aici pauzele de creștere dintre culturi sunt adesea prea lungi, iar tehnica de cultivare este prea grea.

Formațiunile de orizonturi și starea straturilor de compactare sunt indicii importante cu privire la activitatea microbiană și disponibilitatea substanțelor nutritive. Formațiunile de orizonturi datorate anumitor utilaje de lucrare a solului și urmele de roți ale utilajelor tehnice grele înrăutățesc în mod clar condițiile de viață pentru microbii din sol. Apa se infiltrează neuniform ceea ce duce la acumulări subterane temporare și lipsă de oxigen. Ridicarea apei în sus în timp de secetă este de asemenea împiedicată. Climatul pentru viața solului este astfel deteriorat iar beneficiile sale sunt suspendate înainte de a putea deveni vizibile în cultură. De exemplu, absorbția substanțelor nutritive (începând cu calciul, borul și siliciul) scade, ceea ce permite dezvoltarea predispoziției la îmbolnăviri.

**Ilustrația 4**  
Rădăcini conice de rapiță în sol afânat și în sol tasat.



**Ilustrația 5**  
Solul neafânat se desprinde ca paginile unei cărți. Straturile distincte de sol își pierd legătura unele cu altele.



Cu ajutorul sondei se poate observa adesea, deasupra orizontului tasat, talpa plugului (la cca 30 cm adâncime) și un nou orizont tasat la 5-15 cm (între cele două se află o „gaură”). Acesta este un „orizont de semănătoare” care limitează spațiul în care plantele își pot înfige rădăcinile.

Decisivă este presiunea inversă pe care o simțiți în mână când introduceți și extrageți sonda. Este același principiu ca atunci când coaceți o prăjitură: în acest caz încercați cu o andrea sau cu o țepușă să vedeți dacă s-a copt sau nu. Dacă ambele



**Img. 6** Solul afânat nu se fărâmițează, straturile de sol sunt „legate”.

orizonturi/straturi tasate ale pământului cultivat sunt clar vizibile, atunci nu a survenit afânarea. Dacă solul dumneavoastră s-a afânat, contrastul dintre straturi este mai slab. De asemenea, pământul se lipește mai puțin de sondă atunci când o scoateți. Acest efect poate fi observat deja după câteva săptămâni de la aratul de suprafață (vezi Capitolul 4) sau afânare (vezi capitolul 2).

### Rezumat pentru practica zilnică

- Organismele din sol sunt preponderent microbi, iar activitatea lor este crucială pentru absorbția de substanțe nutritive și sănătatea culturilor dumneavoastră. Puteți recunoaște activitatea microbilor și eventualele greșeli în tranziția la agricultura regenerativă după calitatea solului.
- Controlați stratul arabil la sfârșitul fazei de vegetație și înainte de începerea ei și notați culoarea solului, particulele de pământ, mirosul solului, compactările, dispunerea rădăcinilor și sănătatea lor.
- După cultivare, vitalizare (vezi capitolul 6), îngrijire și după recoltă puteți observa evoluția unui pământ hrănitor. Folosiți metoda de testare pentru a controla efectul măsurilor dumneavoastră de îmbunătățire a permeabilității solului.

Analiza solului trebuie să vă furnizeze informații despre disponibilitatea substanțelor nutritive pentru plante. Plantele au nevoie de cel puțin 16 substanțe nutritive, de aceea trebuie să alegeți o metodă de examinare care depistează mai mult de 3-5 substanțe nutritive. Pentru că disponibilitatea substanțelor nutritive din sol este în mod clar mai puternic influențată de raporturile dintre ele decât de conținutul lor, ar trebui să folosiți în continuare o metodă care include și raporturile dintre substanțele nutritive. Nu în ultimul rând, pentru evaluarea cantității de îngrășământ este importantă capacitatea solului de a reține substanțele nutritive pentru ionii pozitivi ca de exemplu ionii de calciu ( $Ca^{2+}$ ), de magneziu ( $Mg^{2+}$ ), de potasiu ( $K^+$ ) sau de hidrogen ( $H^+$ ), capacitatea de schimb cationic. O metodă de analiză care poate ilustra toți acești parametri este analiza solului dezvoltată de prof. William Albrecht.

William A. Albrecht (1888-1974) a fost profesor de biologia solului și directorul Institutului de Pedologie de la Universitatea Missouri, SUA. A studiat legătura dintre fertilitatea solului și sănătatea plantelor precum și valoarea biologică a alimentelor. Pe lângă asta, a fost primul care a făcut asocieri între rezultatele cercetării sale și cultura selectivă a plantelor, medicină veterinară, medicină și nutriție.



img. 7 William A. Albrecht

Lucrările sale despre raporturile dintre substanțele nutritive se bazează și pe cunoștințe provenite din cercetarea în domeniul agriculturii germane: factorul calciu-magneziu după Oskar Loew (1909) și relația calciu-potasiu după Paul Ehrenberg (1919).

Modul de cultivare joacă un rol mai important în dezvoltarea solului decât rocă-mamă existentă. Analiza solului le oglindește pe ambele: gradul de succes al metodei de cultivare și trăsăturile minerale de bază ale solului. Diferențele foarte mari între tipurile de sol la nivelul câmpului cultivat indică și o revitalizare insuficientă a solului, nu doar diferențe geologice.

Analiza solului ilustrează parametrii minerali și biologici ai solului. Rezultatele analizei solului pot fi mai bine evaluate când sunt cumulate cu analiza plantelor, cu verificarea afânării cu sonda și lopata precum și cu observarea culturilor.

### Eșantionarea

În agricultură este de cele mai multe ori suficient să eșantionați în mod regulat suprafețe de referință care ar trebui să fie reprezentative pentru rotația culturilor, pentru amplasamentul culturilor și pentru regimul de fertilizare, în primul rând cu îngrășământ organic. Momentul prelevării probelor trebuie să rămână constant pentru că valorile înregistrate oscilează de la vară la iarnă. În cazul îngrășămintelor cu sulf ar trebui să fie respectat un interval de jumătate de an, în cazul altor metode de fertilizare ajunge o lună.

### img. 8 Raport de analiza solului după metoda William Albrecht

**Denumirea mostrei:** Model de analiză  
**Metoda de extragere:** Mehlich 3

**Adâncimea probei prelevate:** (0-20cm)

**Data:** luni, 5 august 2019

\* calculat din pH-ul soluției tampon și Al/KCl  
\* Valabil doar pentru adâncimi de 0-20 cm  
\* Creșterea culturilor intermediare cu beneficiul de a conserva azotul disponibil

**PROPRIETĂȚILE DE BAZĂ ALE SOLULUI**

Capacitatea actuală de schimb (mmol/100g): 11,55  
Capacitatea potențială de schimb (mmol/100g): 12,35  
Aciditatea potențială (%): 6,5  
Conținutul de humus (%): 2,49  
Valoarea pH-ului (H<sub>2</sub>O): 6,7  
Valoarea pH-ului soluției tampon: 7,4  
Amoনিu NH<sub>4</sub>-N (kg/ha): 52,3  
Nitrați NO<sub>3</sub>-N (kg/ha): 24  
ENR N (kg/ha): 74,9

11,55: Capacitate pentru capacitatea de reținere a apei și substanțelor nutritive și revitalizarea solului  
12,35: Capacitatea de schimb, inclusiv a acizilor care aderă la schimbător  
6,5: Procent al schimbătorului care este reținut odată cu acizii. Nu ar trebui să fie >20%  
2,49: Ideal este un conținut de humus de 5%  
6,7: valoare a pH-ului pe care o prezintă biologia solului. Ideal: 6,5  
7,4: Cantitate pentru potențialul de acți și necesarul de calcar. Ideal: 27,4  
52,3: Ideal: -40 - sincronizarea schimbătorului, poate suprima, respectiv mineraliza alti cationi\*  
24: Ideal: -100/ha → altfel există pericol de eluare a azotului și de înmușcare a buruienilor  
74,9: eliberarea de azot, estimată în perioada de vegetație → fixarea necesarului actual și completarea cu ajutorul îngrășămintelor

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**RAPOORTURILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Actual (%)	Ideal (%)
Sulf (S)	206
Fosfor Mehlich 3 (P)	124
Fosfor Bray 2 (P)	-20
Calciu (Ca)	402
Magneziu (Mg)	5750
Potasiu (K)	276
Sodiu (Na)	429
	62
	84

**REACȚIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**CONTINUTUL SUBSTANȚELOR NUTRITIVE**

Actual (%)	Ideal (%)	Diferență	
Sulf (S)	81,9	206	124
Fosfor Mehlich 3 (P)	6,226	206	-20
Calciu (Ca)	5750	4937	-812,5
Magneziu (Mg)	276	523	246,8
Potasiu (K)	429	708	278,9
Sodiu (Na)	62	84	21,5

**Microelemente**

Actual (%)	Ideal (%)	
Bor (B)	1,4	6
Fier (Fe)	338,6	294
Mangan (Mn)	220,5	118
Cupru (Cu)	6,5	15
Zinc (Zn)	19,3	29
Aluminiu (Al)	1899,0	<2800

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)	68 +/-44
Magneziu (Mg)	12 +/-2
Potasiu (K)	6,78
Sodiu (Na)	5 +/-1
H+	0,89
Aluminiu (Al), KCl	4,5
	10
	< 1

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII**

Actual (%)	Ideal (%)
Carbon/Azot	9,1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	10,11
Fosfor/Sulf	0,6
Fosfor/Zinc	3
Fier/Mangan	12
Calciu/Bor	1,6
	2,11
	3992
	10000:1

**REACTIILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE**

Rosur-reacții antagonice care se manifestă în sol prin pierderea echilibrului  
Verde= reacții sinergice care pot asigura restabilirea echilibrului

Cele mai importante reacții între substanțele nutritive la nivelul solului

**SATURATIA ÎN BAZELA SCHIMBĂTORII ACTUALI**

Actual (%)	Ideal (%)
Calciu (Ca)</	

Denumirea mostreii: Model de analiză  
Metoda de extragere: Mehlich 3

Adâncimea probei prelevate: (0-20cm)

### PROPRIETĂȚILE DE BAZĂ ALE SOLULUI

Capacitatea actuală de schimb [mmol/100g]	11,55	Capacitatea de reținere a apei și substanțelor nutritive și revitalizarea solului
Capacitatea potențială de schimb [mmol/100g]	12,35	Capacitatea de schimb, inclusiv a acizilor care aderă la schimbător
Aciditatea potențială [%]	6,5	Procent al schimbătorului care este reținut odată cu acidul. Nu ar trebui să fie >20% *
Conținutul de humus [%]	2,49	Ideal este un conținut de humus de 5%*
Valoarea pH-ului (H2O)	6,7	valoare a pH-ului pe care o prezintă biologia solului. Ideal: 6,5
Valoarea pH-ului soluției tampon	7,4	Capacitatea pentru potențialul de acizi și necesarul de calcar. Ideal: ≥7,4
Amoniu NH4-N [kg/ha]	53,3	Ideal: <40 → înconjoară schimbătorul, poate suprima, respectiv mineraliza alți cationi*
Nitrat NO3-N [kg/ha]	24	Ideal: 0kg/ha → altfel există pericol de eluționare a azotului și de înmulțire a buruienilor*
ENR N [kg/ha]	74,9	eliberarea de azot estimată în perioada de vegetație → fixarea necesarului actual și completarea cu ajutorul îngrășămintelor

### SATURAȚIA ÎN BAZE LA SCHIMBĂTORII ACTUALI

	ACTUAL (%)	IDEAL (%)
Calciu (Ca)	84,68	68 +/-4
Magneziu (Mg)	6,78	12 +/-2
Potasiu (K)	3,42	5 +/-1
Sodiu (Na)	0,89	2 +/-1
H+	4,5	10
Aluminiu (AL) KCl	<1	0

### RAPORTURILE DINTRE SUBSTANȚELE NUTRITIVE

	ACTUAL	IDEAL
Carbon/Azot	9,1	10 /1
Fosfor Mehlich 3/ Fosfor Bray 2	0,6	1/1
Fosfor/Sulf	3	1/1
Fosfor/Zinc	12	10/1
Fier/Mangan	1,6	2/1
Calciu/Bor	3992	1000/1

Img. 9 Exemplu de caracteristici de bază ale solului după metoda lui William Albrecht

Pornind de la rezultatele analizei solului se redactează un plan de fertilizare care include rotația culturilor, fertilizarea organică și perioadele disponibile pentru munca câmpului. Rezultatele analizei solului sunt o bază bună.

Cum se citește analiza solului și recomandările de fertilizare ale lui Albrecht? Pentru asta vom discuta mai detaliat un exemplu al unui raport de rezultate al echilibrului solului, Kohls GbR (<https://www.firma.de/firmengruendung/was-heisst-gbr-definition-und-bedeutung/>), D34630 Gilsberg.

Mai întâi trebuie să citiți trăsăturile de bază ale solului și saturația în baze ale complexului de schimb cationic actual. Apoi aruncați o privire asupra celor mai importante raporturi între substanțele nutritive.

Pe baza analizei trăsăturilor de bază ale solului puteți trage concluzii despre structura solului, disponibilitatea substanțelor nutritive, capacitatea de prelucrare, capacitatea de retenție a substanțelor nutritive și apariția buruienilor.

Pentru că disponibilitatea substanțelor nutritive este un proces biochimic, concluziile acestea oferă, de asemenea, o vedere de ansamblu despre capacitățile biologice ale solului.

### Estimarea valorilor în acest exemplu

\* Capacitatea actuală de schimb este la aproximativ 93% din capacitatea potențială de schimb. Procesele microbiene care creează legături între substanțele nutritive sunt prezente, dar nu sunt stabile. Soluția: testați dacă activitatea microbiană (vezi Capitolul 6: Vitalizarea) și varietatea (vezi capitolul 3: fertilizarea verde) cresc absorbția substanțelor nutritive de către cultură și, la nevoie, fertilizați.

\* Valoarea pH-ului apei este ușor ridicată. Disponibilitatea substanțelor nutritive este limitată. PH-ul soluției tampon este stabil, legătura dintre substanțele nutritive este bună. Soluția: tot vitalizarea și fertilizarea verde.

### Tabelul 2: Ce putem afla din analiza trăsăturilor de bază ale solului?

Parametru	Ce indică parametrul:	Valoare bună	Valoare proastă
Capacitatea de schimb potențială și actuală	Colonizarea microbiană a mineralelor argiloase	La distanță mică una de alta, aprox. 80-100%. Diversitatea microbiană este suficientă pentru o cantitate normală de substanțe nutritive.	Capacitatea de schimb actuală la <80% decât capacitatea potențială. Cu cât diferența este mai mare, cu atât legăturile dintre substanțele nutritive din sol sunt mai slabe. Eficiența fertilizării scade, poate apărea intoxicarea cu aluminiu.
Valoarea pH-ului (H <sub>2</sub> O) și valoarea pH-ului soluției tampon	Valoarea pH-ului apei arată o disponibilitate a substanțelor nutritive între limitele normale. PH-ul soluției tampon indică dacă și cât de bine pot rezista substanțele nutritive din complexul argilă-humus.	Valoarea pH-ului apei : 6,5, valoarea pH-ului soluției tampon: 7,4. Într-un sol echilibrat și viu, pH-ul nu scade.	Valoarea pH-ului apei: clar diferită de 6,5, poate fi mai mică sau mai mare. Valoarea pH-ului substanței tampon: în scădere.
Conținutul de humus	Numeroase legături de carbon organic (microorganisme din sol, humus instabil și humus stabil)	>5% atunci când și capacitățile de schimb și valorile pH-ului sunt bune	La <3% solul începe să piardă legăturile dintre substanțele nutritive. De aceea încolțesc de ex. multe buruieni, iar afecțiunile plantelor se înmulțesc.
Saturația în baze de Calciu (Ca) și Magneziu (Mg)	Gradul de saturație în baze și raportul celor mai „mari” substanțe nutritive baze. Concluzia în legătură cu formarea porilor solului și cu eficiența azotului posibilă	Saturația în baze ale calciului 65-70%(mai puțin pentru solurile nisipoase), ale magneziului preponderent 12% (mai mare pentru solurile nisipoase). Pentru suma Ca+Mg=80% avem cea mai mare disponibilitate a tuturor substanțelor nutritive, inclusiv Ca+Mg.	Saturația în baze ale calciului și magneziului în afara acestor limite, mai ales când și suma este diferită de 80%. În aceste condiții solurile formează insuficienți pori mijlocii, un habitat important pentru rădăcinile fine și microorganisme. Eficiența absorbției azotului scade.
Saturația în baze de Potasiu (K)	Potasiu interschimbabil, o valoare foarte ridicată favorizează buruienile	3-5% saturația în baze a potasiului în cazul unei saturații în baze cumulate Ca+Mg de 80%	Valori superioare sau inferioare ale saturației de potasiu în baze indică o lipsă de humus sau greșeli de fertilizare.
Saturația în baze ale potasiului și ale sodiului	Ambele substanțe nutritive baze acționează mai puternic asupra valorii pH-ului decât calciul (Ca)	Suma saturației în baze K+Na 6-max.8%	O saturație în baze K+Na > 8% determină o valoare ridicată a pH-ului apei și elimină astfel substanțele nutritive microscopice, sporește tendințele de eroziune, reduce stabilitatea pe timp de iarnă; formarea boabelor slabe calitativ.
Saturația în baze a hidrogenului (H <sup>+</sup> )	Arată valorile normale ale acidității de bază a solului și este o reflexie a respirației microbiene în sol.	Saturația în baze a H <sup>+</sup> de 10-15% este necesară pentru o disponibilitate ridicată a substanțelor nutritive.	Valori inferioare ale saturației H <sup>+</sup> în baze indică o insuficiență disponibilă a substanțelor nutritive. Valori superioare pot să indice lipsa de calciu și magneziu.