***ANALIZA PROPRIETĂȚILOR SOLULUI***

***2.5.3 Densitatea aparentă***

Cunoaşterea acestui indicator are o importanţă deosebită în calcularea rezervelor de apă, a elementelor nutritive, a sărurilor, a necesarului de îngrăşăminte şi a amendamentelor.

 În tabelul 2.1 sunt prezentate valorile obținute în urma analizei densității aparente a probelor provenite atât de pe solul cultivat, notat S cât și de pe solul necultivat, notat M.

*Tabel nr. 2.1 Valorile densităţii aparente pentru solul S şi pentru solul M*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Proba | Valorile densității (g/$ cm^{3}$) | Proba | Valorile densității (g/$ cm^{3}$) |
| S1 (0-25c m) | 1,69 | **M1 (0-25c m)** | 1,79 |
| S2 (25-50 cm) | 1,81 | **M2 (25-50 cm)** | 1,81 |
| S3 (50-75 cm) | 1,66 | **M3 (50-75 cm)** | 1,89 |
| S4 (75-100 cm) | 1,7 | **M4 (75-100 cm)** | 1,84 |

În figura 2.34, sunt reprezentate comparativ valorile densității aparente pentru cele două locații. Se poate observa că valorile densității aparente pentru probele provenite de pe solul necultivat, sunt mai mari comparativ cu valorile densității aparente pentru solul cultivat. Valoarea maximă a densităţii aparente este atinsă în stratul 50-75 cm în probele provenite de pe solul necultivat (notat M), ceea ce poate fi corelat cu apariția orizontului Bna în solonețuri.

Variaţiile valorilor densităţii aparente sunt corelate, în general cu conţinutul de argilă şi cu gradul de tasare al solului observându-se o creştere a acestor valori în solul necultivat. În solul cultivat valorile variază astfel: cresc în a doua adâncime ca apoi să scadă, fapt ce poate fi influenţat de lucrările agricole realizate pe acest lot, lucrări necesare cultivării solului.



*Fig. 2.34 Valorile densității aparente pentru probele din cele două locații*

* ***2.5.4 Porozitatea***

Determinarea porozităţii s-a făcut pe probe luate în aşezare naturală cu ajutorul cilindrilor metalici cu volum cunoscut. În figura 2.35, sunt prezentate comparativ valorile porozității probelor provenite din cele două locații.



*Fig. 2.35 Valorile porozității pentru probele provenite din cele două locații*

 Se observă că pentru solul necultivat (M) valorile porozității scad odată cu adâncimea stratului de prelevare. Şi pentru solul cultivat, se observă, o tendință a scăderii porozității spre adâncime. Diferența valorilor dintre cele două locații poate fi corelată cu gradul de lucrabilitate al solului. Valorile mai ridicate pentru solul cultivat arată influenţa periodică a lucrărilor de afânare şi de cultivare a solului, precum, valorile scăzute ale solului martor arată gradul de tasare a solului. Aceste date arată importanţa lucrărilor de afânare şi reafânare, pentru îmbunătăţirea caracteristicilor fizice ale solurilor şi pentru împiedicarea tendinţei naturale, de tasare a solurilor argiloase.

 Valorile porozității se încadrează între 42,06 % (valoarea minimă) și 49,86% (valoarea maximă), ceea ce încadrează aceste soluri conform ICEPA, ca fiind soluri cu porozitate mică și foarte mică (tabelul 2.2). În solurile argiloase, porozitatea este foarte variabilă, în funcție de cum se contractă solul, se umflă, se dispersează, se compactează sau se crapă (Stătescu F., 2004 ).

*Tabel nr. 2.2 Valorile porozităţii totale şi ale porozităţii de aeraţie pentru solurile cercetate*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Adâncimea de prelevare | Valorile porozităţii totale % | Valorile porozităţii de aeraţie % |
| Sol cultivat | Sol necultivat | Sol cultivat | Sol necultivat |
| 0 cm -25 cm | 49,86 | 49,79 | 7,28 | 1,24 |
| 25 cm - 50 cm | 47,27 | 44,88 | 18,12 |  5,441 |
| 50 cm - 75 cm | 47,31 | 42,89 | 19,77 | 3,71 |
| 75 cm - 100 cm | 48,24 | 42,06 | 11,11 | 7,06 |

 Valorile porozităţii de aeraţie sub 5 % sunt socotite ca fiind deficitare pentru sol; când valorile se încadrează între 11 - 22 %, solul prezintă o porozitate de aeraţie moderată, iar când valorile se încadrează între 23 - 30 % din spaţiile solului atunci avem o porozitate de aeraţie bună. Datele rezultate în urma analizelor ne arată că solul necultivat prezintă o porozitate de aeraţie moderată şi chiar deficitară. Probele provenite de pe solul cultivat arată că porozitatea de aeraţie pentru acesta este moderată, neajungând totuşi la valori la care să avem o porozitate de aeraţie ideală.

Se apreciază, că porozitatea şi analiza diferenţiată a porozităţii sunt indispensabile în studiile pedologice pentru caracterizarea condiţiilor pedogenetice şi explicarea proceselor pedogenetice de formare a solului în anumite condiţii specifice (Dumitru E.,1999).

O altă formă de exprimare a porozităţii este aceea de a raporta volumul porilor la volumul părţii solide a solului, indicator denumit cifra porilor.

În figurile 2.36a, 2.36b, 2.36c și 2.36d se prezintă grafic compresibilitatea solurilor analizate în funcție de cifra porilor, pentru probele provenite din solul necultivat.

|  |
| --- |
| (a) |
| (b) |
|  (c) |
| (d) |
| *Fig. 2.36 Reprezentarea grafică a determinării compresibilității solului necultivat, (a) pentru M1, (b) pentru M2, (c) pentru M3 și (d) pentru M4* |

 În general, în ingineria solului şi în mecanica solului, cifra porilor este indicele preferat, în timp ce porozitatea solului este un indice preferat în fizica solurilor agricole.

* ***2.5.5 Hidrostabilitatea agregatelor structurale***

Analizele de laborator au evidențiat fracţia agregatelor hidrostabile (tabelul 2.3). Procentul agregatelor structurale hidrostabile creşte de la suprafaţă spre adâncime, de la 59% în stratul 0-25 cm până la 87% în stratul 75-100 cm, la solul cultivat. La solul necultivat valorile cresc odată cu adâncimea, excepţie făcând valorile pentru ultimul strat care sunt mai mici, aceste date putând fi corelate cu prezenţa sodiului ce prezintă valoarea cea mai mare pentru această adâncime, sodiul având efect negativ asupra hidrostabilităţii agregatelor.

*Tabel nr. 2.3 Valorile agregatelor hidrostabile pentru solul cultivat (S)*

*şi solul martor (M)*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Agregate hidrostabile | UM | S1(0-25cm) | S2(25-50cm) | S3 (50-75 cm) | S4 (75-100 cm) |
| % | 59 | 57 | 84 | 87 |
| Agregate hidrostabile |  | M1(0-25cm) | M2(25-50 cm) | M3(50-75cm) | M4(75-100 cm) |

Se observă (fig. 2.37) că rezultatele obţinute în urma analizelor de laborator, pentru cele doua soluri, arată diferenţe semnificative. Astfel se constată importanţa culturilor asupra îmbunătăţirii stabilităţii agregatelor, ca urmare a secrețiilor rizosferei și a activității microorganismelor.

|  |
| --- |
|  |
| *Fig. 2.37 Valorile procentuale privind agregatele structurale hidrostabile* *pentru solul cultivat (S) şi pentru solul necultivat (M)* |

* ***2.5.6 Umiditatea la prelevare***

 În figura 2.38, sunt prezentate datele cu privire la conținutul de apă aflat la momentul recoltării, pentru probele provenite de pe solul cultivat, notat S, cât şi pentru probele provenite de pe solul necultivat, notat M. Reprezentarea grafică este realizată în funcţie de adâncime.

|  |
| --- |
|  |
| *Fig. 2.38 Valorile umidităţii solului cultivat (S) şi solului martor (M)* |

 Valorile umidităţii se încadrează între 16,1 % şi 25,19 % pentru solul cultivat, iar pentru solul necultivat valorile sunt cuprinse între 19,02 % şi 32,12 %. Valoarea optimă pentru germinare, răsărire şi creştere a plantelor în perioada de toamnă este de 21 % umiditate. Valorile umidităţii solurilor se interpretează în corelaţie cu textura solului, permeabilitatea pentru apă dar şi valorile presiunii osmotice date de prezenţa sărurilor din sol. Astfel că deşi există apă în sol, aceasta să nu poată fi absorbită de plantă. Alte aspecte ce caracterizează cele două locaţii de prelevare le constituie şi faptul că solul cultivat este în apropierea unui canal de drenaj iar solul necultivat nu prezintă în apropiere canale de drenaj. În zona prelevării solului necultivat apa se găseşte la adâncimea de 1,5 - 2 m, ceea ce influenţează gradul de umiditate al solului. În interpretarea datelor trebuie ţinut cont de faptul că umiditatea solului este supusă fluctuaţiilor ce depind atât de timp cât şi de locaţie.

* ***2.5.7 Permeabilitatea***

În tabelul 2.4, sunt prezentate valorile coeficientului de permeabilitate, atât pentru solul cultivat cât şi pentru solul necultivat. Solul cultivat, ce prezintă o porozitate şi o stare de afânare mai bună, prezintă şi o permeabilitate mai bună comparativ cu valorile pentru solul martor.

Solul necultivat prezintă o așezare îndesată, cu o porozitate deficitara, ceea ce face ca apa să nu poată pătrunde. Conductivitatea hidraulică a solului necultivat este extrem de mică, ceea ce face ca regimul de mobilitate a apei să fie foarte deficitar. Această permeabilitatea scăzută duce la stagnarea apei în sol și la suprafața solului, putând dezvolta o serie de procese și de transformări ce au loc în condiții de anaerobioza. Argila de tip montmorillonit, care conform literaturii se găseşte în aceste soluri, gonflează puternic în prezența umidității, reducând permeabilitatea pentru apă a solurilor. Prezența sodiului schimbabil poate determina dispersia particulelor de sol și pot reduce permeabilitatea acestuia.

*Tabel nr. 2.4 Valorile coeficientului de permeabilitate pentru probele analizate*

|  |  |
| --- | --- |
| Proba | Valoarea k( cm/s) |
| S1(0-25 cm) | 4,97·$10^{-7}$ |
| S2 (25-50 cm) | 1,45·$10^{-7}$ |
| S3(50-75 cm) | 1,07·$10^{-7}$ |
| S4(75-100 cm) | 7,83 ·$10^{-8}$ |
| M1(0-25 cm) | 7,19·$10^{-8}$ |
| M2(25-50 cm) | 5,16·$10^{-8}$ |
| M3(50-75 cm) | 1,74·$10^{-8}$ |
| M4(75-100 cm) | 1,73·$10^{-8}$ |

Conform valorilor rezultate în urma analizelor efectuate, se poate aprecia că permeabilitatea pentru solul necultivat este mică, *k* având valori între 1,19·$10^{-8} $- 7,73·$10^{-8}$; iar pentru solul cultivat, permeabilitatea este mijlocie, *k* având valori între 4,97·$10^{-7}$ - 7,83 $10^{-8 }$ (Cf. Metodologiei I.C.P.A.,1987).

* ***2.5.8 Curba de sucțiune***

Tehnica folosită a fost aceea a determinării relaţiei dintre umiditate şi sucțiune prin metoda cutiei cu nisip, ce utilizează în analiză un domeniu de presiuni pentru un $pF $= 0 (la saturaţie) până la un $pF$ = 2.0 (-100 MPa).

 În figurile 2.39a, 2.39b, 2.39c, 2.39d, sunt prezentate curbele de sucțiune pentru solul cultivat (S1, S2, S3 și S4).

 Se poate observa că pentru adâncimile solului notat S, valorile maxime ale conţinutului de apă, la $pF $= 0 se încadrează între 24,51% şi 32,27% şi scad până la 17,81% şi respectiv 25,37%. Un factor important pentru ca plantele să reuşească să utilizeze elementele nutritive din soluţia solului, este cunoaşterea presiunii osmotice a soluţiei coloidale a acestuia.

 În cazul solurilor saline, presiunea osmotică a soluţiei solului poate atinge valori de 150-260 MPa, care depăşeşte forța de reţinere a apei de către rădăcinile plantelor de cultură (100-120 MPa).

 În aceste condiţii, absorbția apei de către plante încetează instalându-se seceta fiziologică. Valorile conţinutului de apă pentru probele ce provin din solul necultivat, notat M sunt semnificat mai mari, încadrându-se între 38,08% şi 56,44%, la $pF$=0 şi scad la 33,46% şi respectiv 49,75% (fig. 2.40a, 2.40b, 2.40c, 2.40d).

 Această dinamică arată influenţa compoziţiei granulometrice, a argilei ce gonflează puternic la$ pF$ = 0 reţine o cantitate foarte mare de apă, apă ce este puternic reţinută chiar şi la valori ale $pF$ = 2. Forța de sucțiune a solului este influențată și de cantitatea de sodiu din soluția solului.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a) | (b) |
|  |  |
| (c) | (d) |
| *Fig. 4.26 Curbele de sucţiune pentru probele S1(a), S2(b), S3(c) şi S4(d)* |

 Pentru trei soluri cu texturi diferite (nisipoasă, lutoasă, argiloasă), se vor obţine trei curbe cu aspecte diferite. Acestea scot în evidenţă faptul că, la acelaşi sol, sucţiunea scade o dată cu creşterea umidităţii, iar la soluri diferite sucţiunea creşte de la solurile nisipoase la cele argiloase. Curbele caracteristice ale umidităţii solului demonstrează că, pentru aprecierea stării de umiditate, în legătură cu aprovizionarea plantelor, trebuie să cunoaştem nu numai procentul de umiditate din sol, ci şi forţa de reținere a apei în sol.

 Astfel, în timp ce la 6% umiditate, solul nisipos se găseşte la capacitatea de câmp (CC) şi plantele au apă în cantitate optimă, un sol lutos se găseşte la coeficientul de higroscopicitate (CH), iar un sol argilos este, practic, uscat, ca urmare pe ambele soluri plantele nu se dezvoltă, deoarece forţa lor de sucţiune depăşeşte cu mult forţa de sugere a rădăcinilor plantelor pentru apă.

|  |  |
| --- | --- |
| (a) |  (b) |
| (c) |  (d) |
| *Fig. 2.40 Curbele de sucţiune pentru probele M1(a), M2(b), M3(c) şi M4(d)* |

 Având în vedere aceste aspecte, putem aprecia starea reală de umiditate a solului care se poate determina foarte uşor cu ajutorul curbei caracteristice a umidităţii solului.

 Pentru solurile cu textură argiloasă coeficientul de higroscopicitate (CH) corespunde la un pF = 4,7 şi la aproximativ 6% umiditate, conform literaturii de specialitate. Coeficientul de ofilire (CO) corespunde la un pF = 4,2 şi 24% umiditate conform literaturii de specialitate.

 Capacitatea de apă în câmp (CC) este influenţată de textura şi structura solului. Astfel, la solurile nisipoase este de circa 6%, la solurile lutoase este până la 32%, iar la solurile argiloase până la 42%. Pe curba caracteristică a umidităţii capacitatea de câmp corespunde unui pF = 2,5.

* ***2.5.9 Reacția***

Evaluarea valorilor de $pH$ în solurile necultivate (fără îngrăşăminte organice) și cele cultivate au scos în evidenţă o serie de diferenţe majore. Rezultatele obţinute sunt sistematizate în tabelul 2.5. După cum rezultă din datele prezentate, probele recoltate din solul necultivat se caracterizează prin valori de $pH$ din zona neutră, cu diferenţe nesemnificative între probe. Pentru solul cultivat, adăugarea de îngrăşăminte organice, efectuarea lucrărilor agricole și cultivarea cu porumb și floarea soarelui determină o creştere relativ puternică a $pH$ -ului (în medie cu 1 - 1,5 unităţi), aceste soluri putând fi încadrate în categoria solurilor alcaline.

*Tabel nr. 2.5 Valorile* $pH$*-ului pentru probele studiate*

|  |  |
| --- | --- |
| Proba | Valorile $pH$-ului |
| S1 (0-25cm) | 8,07 |
| S2 (25-50cm) | 7,85 |
| S3 (50-75cm) | 7,7 |
| S4 (75-100cm) | 7,81 |
| M1 (0-25cm) | 6,83 |
| M2 (25-50cm) | 6,9 |
| M3 (50-75cm) | 6,92 |
| M4 (75-100cm) | 6,99 |

Se poate observa că solul necultivat prezintă valori uşor acide, $pH$ -ul variind de la 6,83 la 6,99. Solul cultivat prezintă valori uşor alcaline, valorile încadrându-se între 7,7 şi 8,07, ceea ce relevă prezenţa carbonaţilor în sol ce ridică valoarea $pH$ la 8,07.

Deşi arăturile și afânarea solului urmate de cultivarea acestuia pot manifesta o oarecare influenţă asupra$pH$ -ului, este foarte posibil ca aceste modificări să fie datorate administrării gunoiului de grajd deoarece microbiota solului manifestă o activitate foarte puternică de mineralizare a substanţelor organice (Cojocaru D.C., 2004*)*. Descompunerea substanţelor azotate din gunoiul de grajd conduce la formarea de uree. Sub acţiunea bacteriilor ureolitice, acest metabolit de descompune în $CO\_{2}$și $NH\_{3}$, amoniacul format determinând astfel creşterea valorilor de $pH$.

Reacţia solului influenţează activitatea şi abundenţa diferitelor grupe de microorganisme din sol.În general, ciupercile se dezvoltă foarte bine în solurile acide ($pH$ =4,0-5,0), iar actinomycetele în condiţii de reacţie neutră spre slab alcalină ($pH$ =7,0 - 7,5). Bacteriile, cele mai folositoare microorganisme pentru sol, au o răspândire mai mare, fiind prezente în intervalul de reacţie slab acidă până la slab alcalină ($pH$ =6,0 - 8,0).

* ***2.5.10 Aciditatea potențială de schimb***

Analizele de laborator au arătat că că valorile acidităţii totale de schimb, pentru cele două soluri prezintă valori cu uşoare diferenţe (tabelul 2.6).

*Tabel nr. 2.6 Valorile acidităţii totale de schimb, pentru cele două soluri*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Adâncimea de prelevare  | Solul martor  | Solul cultivat  |
| 0-25 cm | 0,14 me/100 g sol | 0,13 me/100 g sol |
| 25-50 cm | 0,09 me/100 g sol | 0,09me/100 g sol |
| 50-75 cm | 0,08 me/100 g sol | 0,02me/100g sol |
| 75-100 cm | 0,11 me/100 g sol | 0 me/100 g sol |

Evaluarea acidităţii de schimb se poate corela cu cea a $pH$-ului. Analizând comparativ, valorile dintre adâncimile celor două locaţii, s-a observat că pe adâncimea 25-50 cm, aciditatea de schimb are aceeași valoare valoarea (0,095 me/100 g de sol), iar pe celelalte trei adâncimi, valoarea acestui parametru scade puternic (de la 0,0855 la 0,0237 me/100 g de sol) sau se anulează (de la 0,1187 la 0 me/100 g de sol). Această dinamică ar putea fi explicată, ca și pentru $pH$-ul solurilor, atât prin activitatea microbiotei, cât și prin prelucrarea solului, aportul de îngrăşăminte naturale și cultivarea de porumb și floarea soarelui.

Această determinare este importantă în cercetarea solurilor deoarece există situații când în complexul adsorbtiv al solului se întâlnesc și ioni de hidrogen. Proporția ionilor de hidrogen în complexul adsorbtiv crește odată cu intensificarea proceselor de debazificare a solurilor ajungând ca la solurile din zona montană, formate pe roci acide să întâlnim maxim 5% ioni bazici și restul ioni de hidrogen. Valorile rezultate experimental arată ca solurile prezintă o clasă a acidităţii foarte mică, valorile fiind ≤ 2 me /100 g sol.

* ***2.5.11 Conținutul în cationi schimbabili***

Complexul coloidal al solului poate să conţină doar baze schimbabile şi atunci solul sau orizontul de sol este saturat în baze. Astfel de situaţie poate caracteriza şi zona prelevării probelor, unde sărurile mai greu solubile sau chiar cele uşor solubile nu sunt levigate în totalitate, complexul adsorbtiv fiind saturat în cationi bazici.

*Tabel nr. 2.7 Valorile conţinutului în baze interschimbabile pentru solurile cercetate*

|  |  |
| --- | --- |
| Proba | Valori $SB$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 1429,19 |
| S2 (25-50cm) | 1581,29 |
| S3 (50-75cm) | 1331,63 |
| S4 (75-100cm) | 1236,53 |
| M1 (0-25cm) | 1918,96 |
| M2 (25-50cm) | 1973,83 |
| M3 (50-75cm) | 1716,19 |
| M4 (75-100cm) | 1716,19 |

 Concentraţiacationilor bazici de schimb în probele de sol necultivat a fost cuprinsă între 1236,53 și 1581,29 me/100 grame de sol. Solul cultivat prezintă valori mai mari ale conţinutului de baze schimbabile, valori cuprinse între 1716,19 - 1973,83 me/100 g sol. Prelucrarea solului și cultivarea acestuia conduce la o modificare semnificativă a valorilor acestui parametru, în probele solului necultivat s-au înregistrat creşteri (tabelul 2.7). Este posibil ca o parte din cationi sa fie absorbţii mai mult sau mai puţin intens de către plantele cultivate.

* ***2.5.12 Capacitatea totală de schimb cationic***

Dinamica capacităţii de schimb cationic se află într-un raport de proporţionalitate inversă cu dinamica acidităţii de schimb și de directă proporționalitate cu valorile concentrației cationilor bazici de schimb (tabelul 2.8).

Astfel, în probele provenite din solul cultivat s-au observat creşteri semnificative (cu aproximativ 30%) comparativ cu cele provenite din solul martor. Este posibil ca lucrările efectuate să fi condus la solubilizarea unor săruri din componența solurilor, cationii devenind astfel disponibili absorbției la nivel radicular de către plantele cultivate.

Randamentul scăzut al culturilor din zonele prelucrate ar putea fi tocmai din cauza creșterii semnificative a conținutului de cationi, cu influență puternică asupra presiunii osmotice.

 Capacitatea de schimb cationic variază la solurile din zona temperată în funcție de natura mineralelor argiloase și de conținutul în humus.

*Tabel nr. 2.8 Valorile capacităţii de schimb cationic pentru probele cercetate*

|  |  |
| --- | --- |
| Proba | Valori $T$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 1619,20 |
| S2 (25-50cm) | 1973,93 |
| S3 (50-75cm) | 1716,21 |
| S4 (75-100cm) | 1716,19 |
| M1 (0-25cm) | 1429,33 |
| M2 (25-50cm) | 1581,38 |
| M3 (50-75cm) | 1331,72 |
| M4 (75-100cm) | 1236,65 |

* ***2.5.13 Conținutul total de săruri solubile***

Unul din parametrii fizico-chimici importanţi ai solului pentru producţia vegetală îl reprezintă conţinutul total de săruri. Cercetările efectuate demonstrează faptul că prelucrarea solului și administrarea de îngrăşăminte naturale modifică profund acest parametru (tabelul 2.9). Solurile salinizate, necultivate, prezentau un conţinut bogat în săruri, cuprins între 290,36 și 376,38 ml/100 grame de sol. Prelucrarea solului, administrarea de îngrăşăminte organice și cultivarea au determinat, pentru toate probele de sol luate în studiu o diminuare substanțială a conţinutului total de săruri, de aproximativ 10 ori.

Explicaţia acestei dinamici constă în faptul că în solurile cultivate, după prelucrarea acestora și administrarea de îngrășăminte organice, are loc o solubilizare accentuată a sărurilor și intensificarea absorbţiei lor de către plante. Cele solubilizate devin disponibile plantelor pentru absorbție radiculară sau sunt spălate de ploi, în timp ce fracțiunile insolubile persistă în sol.

*Tabel nr. 2.9 Valorile conţinutului total de săruri determinat conductometric*

|  |  |
| --- | --- |
| Proba | Valori $Ct\_{SS}$(mg/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 29,78 |
| S2 (25-50cm) | 31,21 |
| S3 (50-75cm) | 39,67 |
| S4 (75-100cm) | 50,59 |
| M1 (0-25cm) | 317,22 |
| M2 (25-50cm) | 290,36 |
| M3 (50-75cm) | 351,22 |
| M4 (75-100cm) | 376,38 |

* ***2.5.14 Compoziția anionică a soluției solului***

Spre deosebire de majoritatea sărurilor anorganice, ionii carbonat – bicarbonat îndeplinesc, atât în sol cât și în sistemele biologice, o funcţie extrem de importantă, aceea de sistem tampon. Acest lucru este confirmat și de determinările efectuate, rezultatele obţinute demonstrând faptul că, atât în solurile martor, cât și în cele prelucrate și cultivate, conţinutul în anioni bicarbonat nu suferă modificări semnificative, nivelul acestora oscilând foarte puţin în jurul valorii de 50 mg/100 grame de sol (tabelul 2.10).

Este posibil ca, în cazul probelor ce au înregistrat o ușoară creștere, afânarea mai intensă a solului din locul de prelevare a probelor să fi indus acest fenomen. Anionii carbonat nu au putut fi puşi în evidenţă, ei aflându-se sub limita de determinare titrimetrică.

Reținerea anionilor are loc în următoarea ordine descrescătoare *OH- > NO3- > Cl- > H2PO4- > SO42-*. Anionii *H2PO4*- și *SO42* sunt slab reținuți, sub formă de compuși insolubili, prin precipitarea la suprafața particulelor coloidale, iar anionii *Cl-* și *NO3*- nu sunt reținuți prin adsorbție în solurile slabacide, neutre și alcaline, ei circulând împreună cu apa în sol.

*Tabel nr. 4.10 Conţinutul în anioni bicarbonat*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proba | Valori $HCO\_{3}^{-}$(mg/100 g sol) | Valori $HCO\_{3}^{-}$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 57,95 | 0,95 |
| S2 (25-50cm) | 52,15 | 0,85 |
| S3 (50-75cm) | 57,95 | 0,95 |
| S4 (75-100cm) | 52,15 | 0,85 |
| M1 (0-25cm) | 57,95 | 0,95 |
| M2 (25-50cm) | 46,36 | 0,76 |
| M3 (50-75cm) | 40,56 | 0,66 |
| M4 (75-100cm) | 52,15 | 0,85 |

####  Valorile anionului clor variază între 21,89 şi 33,68 mg/100 g sol pentru solul cultivat, iar pentru solul necultivat valorile se încadrează între 28,63 şi 35,36 mg/100g sol (tabelul 2.11).

 Marschner şi colab., (1973) au arătat efectul toxic al anionului $Cl^{-}$, asupra ultrastucturii cloroplastelor, ducând astfel la o scădere a concentraţiei clorofilei în frunzele plantelor. La aceeaşi concluzie a ajuns şi Bergmann, W. (1993), în studiile ce au vizat efectul anionului $Cl^{-}$, asupra trifoiului alb. Lutts S. şi colaboratorii (1986) în cercetările pe orez şi Gebauer J. (2003) în cercetările pe *Tamarindus Indica*, concluzionează faptul că efectul toxicităţii clorului este corelat cu concentraţia de sodiu din sol/plantă.

*Tabel nr. 2.11 Valorile anionului clor pentru probele studiate*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proba | Valori $Cl^{-}$(mg/100 g sol) | Valori $Cl^{-}$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 21,89 | 0,61 |
| S2 (25-50cm) | 28,63 | 0,80 |
| S3 (50-75cm) | 33,68 | 0,95 |
| S4 (75-100cm) | 33,68 | 0,95 |
| M1 (0-25cm) | 35,36 | 0,99 |
| M2 (25-50cm) | 30,31 | 0,85 |
| M3 (50-75cm) | 28,63 | 0,80 |
| M4 (75-100cm) | 30,31 | 0,85 |

 Ca și microelement, sulful, are o funcție importantă în ceea ce privește participarea sa în compoziția aminoacizilor cisteină și metionină. Sulful este un element foarte important pentru ameliorarea proprietăţilor de coacere a boabelor.

 Cercetările solurilor cu privire la conținutul în anion sulfat se realizează pentru clasificarea tipului de salinizare. Această analiză se efectuează alături de analiza conținutului în anionul clor, deoarece raportul sulfat - clorură ne arată tipul de mineralizare a solului. Analizând rezultatele obținute, constatăm că mineralizarea este de natură clorurică (tabelul 2.12).

 În sol, schimbarea calciului şi a magneziului din complexul adsorbtiv este mult mai activă în cazul clorurilor de sodiu, faţă de sulfaţii de sodiu.

*Tabel nr. 2.12 Prezenţa* $SO\_{4}^{2-}$ *în probele analizate*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proba | Valori $SO\_{4}^{2-}$(mg/100 g sol) | Valori $SO\_{4}^{2-}$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | - | - |
| S2 (25-50cm) | - | - |
| S3 (50-75cm) | - | - |
| S4 (75-100cm) | - | - |
| M1 (0-25cm) | 2,544 | 0,026 |
| M2 (25-50cm) | 1,968 | 0,020 |
| M3 (50-75cm) | 2,304 | 0,024 |
| M4 (75-100cm) | 2,64 | 0,027 |

* ***2.5.15 Compoziția cationică a soluției solului***

În funcţie de calitatea solului, calciul se poate găsi în cantităţi ridicate în soluri sub forma unor minerale primare (de exemplu feldspaţi) și secundare. Calciul, în procentul cel mai mare se găseşte sub formă de săruri insolubile sau greu solubile. Prelucrarea solurilor, administrarea de îngrăşăminte naturale și cultivarea terenurilor poate modifica substanţial raportul dintre sărurile de calciu insolubile și cele solubile, astfel încât acest cation să poată fi absorbit de sistemul radicular al plantelor.

Determinările de evaluare a conţinutului în ioni de calciu, atât în mg $Ca^{2+}$/100 grame de sol cât și în me$ Ca^{2+}$*/*100 grame de sol, au arătat în probele provenite de pe solul necultivat, că prezintă o concentraţie relativ uniformă (între 67,58 și 81,86 mg/100 g sol) și, respectiv 3,37 și 4,0 me/100 g de sol).

Prelucrarea și cultivarea solurilor (probele notate S), prezintă o scădere considerabilă a concentraţiei calciului în trei din cele patru probe luate în lucru, într-una din probe scăderea fiind moderată (tabelul 2.13), proba fiind din adâncimea 75-100 cm, zonă situată în afara rizosferei.

*Tabel nr. 4.13 Valorile privind concentraţia calciului în probele studiate*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proba | Valori $Ca^{2+}$(mg/100 g sol) | Valori $Ca^{2+}$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 18,08 | 0,902 |
| S2 (25-50cm) | 20,94 | 1,04 |
| S3 (50-75cm) | 15,23 | 0,76 |
| S4 (75-100cm) | 62,82 | 3,13 |
| M1 (0-25cm) | 67,58 | 3,37 |
| M2 (25-50cm) | 80,91 | 4,03 |
| M3 (50-75cm) | 77,10 | 3,84 |
| M4 (75-100cm) | 81,86 | 4,0 |

Kent şi colab. (1985), au arătat în urma unor studii, că au îmbunătăţit germinarea şi creşterea sistemului radicular la plantele de bumbac, ce au fost crescute pe mediu salin, prin amendarea solului cu calciu.

În ceea ce priveşte amendarea solurilor afectate de salinitate, calciul sub formă de carbonat de calciu, este o metodă des utilizată, calciul înlocuind cu succes sodiul din soluţia solului. Calciul are rol şi în creşterea hidrostabilităţii agregatelor solului (Emerson şi colab., 1973; Debosz şi colab., 2002).

 Magneziul face parte din aceeaşi grupă a metalelor alcalino-pământoase cu calciul, însă, pentru plante, funcţiile biologice sunt diferite. Cationii de magneziu au rol semnificativ în structura pigmenţilor clorofilieni. Astfel că magneziul are efect asupra diminuării clorozelor frunzelor. Magneziul are rol în aprovizionarea celulelor plantelor cu azot şi fosfor, el fiind absolut necesar plantelor.

Dinamica conţinutului total în ioni de magneziu în solul necultivat și în cel cultivat este foarte asemănătoare cu dinamica conţinutului în ioni de calciu cu excepţia faptului că se înregistrează o diminuare accentuată în toate probele de 5 până la 10 ori (tabelul 2.14). Prezența magneziului schimbabil poate îmbunătăți dizolvarea $CaCO\_{3 }$în solurile calcaroase, iar electroliţii pot preveni dispersarea şi migrarea argilei (Alperovitch şi colab.,1981).

*Tabel nr. 2.14 Valorile cationilor de magneziu din probele studiate*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proba | Valori $Mg^{2+}$(mg/100 g sol) | Valori $Mg^{2+}$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 8,66 | 0,71 |
| S2 (25-50cm) | 6,35 | 0,52 |
| S3 (50-75cm) | 6,93 | 0,57 |
| S4 (75-100cm) | 6,35 | 0,52 |
| M1 (0-25cm) | 45,63 | 3,75 |
| M2 (25-50cm) | 57,76 | 4,75 |
| M3 (50-75cm) | 50,82 | 4,18 |
| M4 (75-100cm) | 66,42 | 5,46 |

####  Potasiul este un element esenţial în nutriţia plantelor. Rolul potasiului în plantă este multiplu: intensifică absorbţia apei, reduce transpiraţia, favorizează sinteza glucidelor, lipidelor şi proteinelor, intensifică fotosinteza, stimulează diviziunea celulelor şi creşterea plantelor. El conferă plantelor rezistenţă la cădere şi frângere, la ger, faţă de boli şi dăunători, conferă calitate recoltei culoare, aromă şi gust. Lipsa potasiului în plantă provoacă dereglări majore: frunzele îmbătrânite se răsucesc şi se usucă, scade înfrăţirea la cereale, duce la putrezirea rădăcinilor şi poate duce la coacerea neuniformă.

Culturile de sfecla de zahăr, de cartof, de floarea soarelui, legumele, viţa de vie şi pomii fructiferi sunt mari prodigiatori de potasiu .

Aşa după cum se poate observa în tabelul 4.15, în solul cultivat, primele doua adâncimi studiate, conţin cantităţi mai mari de potasiu comparativ cu celelalte doua adâncimi ale locaţiei cultivate. Acest lucru poate fi pus pe baza îngrăşămintelor ce au fost adăugate de fermieri. În solul ce provine din zona necultivată cantitatea de potasiu este aproximativ aceeaşi, arătând stadiul natural de conţinut în potasiu a acelei zone.

*Tabel nr. 4.15 Valorile potasiului în probele analizate*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proba | Valori $K^{+}$(mg/100 g sol) | Valori $K^{+}$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 465,65 | 11,90 |
| S2 (25-50cm) | 560,62 | 14,33 |
| S3 (50-75cm) | 101,22 | 2,58 |
| S4 (75-100cm) | 78,2 | 2 |
| M1 (0-25cm) | 230,75 | 5,90 |
| M2 (25-50cm) | 226,55 | 5,79 |
| M3 (50-75cm) | 196,8 | 5,03 |
| M4 (75-100cm) | 209,3 | 5,35 |

Rezultatele experimentale obţinute la determinarea conţinutului în ioni de sodiu în solurile necultivate și cultivate sunt sistematizate în tabelul 4.16. Aşa cum reiese din tabel, valorile sodiului, pentru solul cultivat sunt şi de zece ori mai mici, încadrându-se între 40,68 şi 51,21 mg/100 g. sol. Prelucrarea solurilor și cultivarea acestora pot determina scăderea acestor valori, precum şi valorile unor proprietăți fizice (porozitate, permeabilitate) care sunt mai mari comparativ cu cele ale solului necultivat. În solul necultivat valorile sodiului sunt foarte mari, încadrându-se între 551,25 şi 596,75 mg/100 g. sol. Aceste valori arată gradul de sodicizare a soloneţului.

Zona Osoi-Moreni este caracterizată prin prezenţa apelor freatice la adâncime mică, 1 - 2 m, ape ce spală depozite salinifere, marine, aducând astfel la suprafaţă o apă bogată în sodiu. Acest lucru se poate observa conform analizelor desfăşurate pe solul necultivat, valorile încadrându-se între 551 şi 596,75 mg/100 gr sol.

*Tabel nr. 4.16 Valorile sodiului în probele analizate*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Proba | Valori $Na^{+}$(mg/100 g sol) | Valori $Na^{+}$(me/100 g sol) |
| S1 (0-25cm) | 40,68 | 1,77 |
| S2 (25-50cm) | 51,21 | 2,22 |
| S3 (50-75cm) | 42,62 | 1,85 |
| S4 (75-100cm) | 44,55 | 1,93 |
| M1 (0-25cm) | 589 | 25,63 |
| M2 (25-50cm) | 551,25 | 23,98 |
| M3 (50-75cm) | 592,75 | 25,79 |
| M4 (75-100cm) | 596,75 | 25,96 |

 Pentru utilizarea elementelor nutritive din soluția solului de către plante, este foarte importantă cunoașterea presiunii osmotice a soluției solului. În cazul solurilor saline, presiunea osmotică a soluției solului poate atinge valori de 26-50 MPa, valori care depășesc forța de reținere a apei de către rădăcinile plantelor de cultură (10-12 MPa). Astfel că în condițiile date, preluarea apei de către plante încetează, instalându-se seceta fiziologică.

Studiile efectuate de diferiți cercetători au arătat că sodiul este un agent dispersiv ce provoacă ruperea agregatelor şi care afectează indirect agregaţia, dar are şi o influenţă negativă asupra germinării seminţelor şi creşterii răsadului de bumbac (Kent şi colab., 1985). Astfel că, germinarea a fost întârziată şi redusă, iar răsadurile la 7-9 zile erau foarte reduse. Aslam şi colab., 1993, studiază toxicitatea sodiului asupra orezului. Azam şi colab., 2006, arată efectul negativ al sodiului, asupra populaţiei microbiene, din solurile afectate de salinitate. Omar şi colab., 1994, arată efectul negativ pe care îl are sodiul asupra dezvoltării şi activităţii enzimatice a fungilor şi bacteriilor din sol.

* ***2.5.16 Caracteristicile specifice solurilor saline și alcalice***

Valorile *SAR* mai mari de 13, corelate cu o saturaţie în sodiu (*ESP*) mai mare de 15 % (din *T*), pe o grosime de minim 10 cm, indică un orizont natric. Valorile *SAR* cuprinse între 4 şi 13, corelate cu o saturaţie în sodiu interschimbabil (*ESP*) de 5-15% (din *T*), pe o grosime de minim 10 cm, indică un orizont hiponatric.

Un alt indicator, în funcţie de care se poate considera dacă un sol este sau nu salinizat, se referă la conductivitatea electrică a soluţiei solului.

Aceste caracteristici, prezentate în tabelul 2.17, sunt utile în ameliorarea solurilor saline/alcalice, a apelor de irigație, a apelor reziduale și menajere.

*Tabel nr. 2.17 Valorile* $SAR, ESP, CE$ *ale probelor studiate*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Proba | Valori $SAR$(mg/100 g sol) | Valori $ESP$(me/100 g sol) | $$CE$$$$dS/m$$ |
| S1 (0-25cm) | 1,96 | 10,49 | 8,76 |
| S2 (25-50cm) | 2,51 | 11,25 | 9,18 |
| S3 (50-75cm) | 2,27 | 24,17 | 11,67 |
| S4 (75-100cm) | 1,43 | 20,62 | 14,88 |
| M1 (0-25cm) | 13,57 | 63,08 | 93,3 |
| M2 (25-50cm) | 11,44 | 59,66 | 85,4 |
| M3 (50-75cm) | 12,87 | 63,92 | 103,3 |
| M4 (75-100cm) | 11,88 | 60,94 | 110,7 |

 |

Toate predicțiile bazate pe $CE$, $CEC$, $SAR$, $ESP$ și *pH*-ul trebuiesc analizate și în corelaţie cu clasa texturală a solului.

Unul dintre acești indicatori, Procentul de sodiu schimbabil (*ESP*), ce se determină cu ajutorul testelor laborioase și consumatoare de timp, poate fi mai uşor determinat dintr-o relaţie ce foloseşte alţi indicatori ai salinităţii solului, mai uşor de determinat în laborator.

Prin urmare, în cadrul acestei teze, s-a cercetat şi propus un model *ESP-SAR* pentru soluri salinizate din perimetrul de investigat de Osoi-Moreni, județul Iași, România.

Cercetarea a necesitat utilizarea unor perechi de probe, care au fost colectate și prelucrate, pentru a compara valorile *ESP* măsurate prin teste de laborator cu date din aplicarea ecuației de regresie liniară *SAR-ESP*. Metoda Bland-Altman a fost folosit pentru a compara rezultatele de la testele de laborator cu rezultatele modelului *SAR-ESP* (Pastia şi colab., 2016). Analizele statistice au fost realizate folosind Microsoft Excel (versiunea 2010). S-au determinat: valoarea variabilei independente (P-valoare), coeficientul de determinare (R2 - 0,92) și coeficientul de variație (C.V. - 12,6%) a solului. Modelul ESP-SAR sol regresie liniară este dată în ecuația 2.1.

*ESP* = 39,76 + 1,78 SAR (2.1)

Abordarea Bland-Altman a fost, utilizată pentru a trasa acordul dintre valorile ESP măsurate din sol prin teste de laborator, cu valorilor ESP prezise cu ajutorul modelului ESP-SAR. Valoarea medie a diferenței ESP între cele două metode a fost de 0,28% (95% interval de încredere: -1,92 și 2,48 %; P = 0,64). Deviația standard a diferențelor ESP de sol a fost de 1,3 %. Rezultatele mostrelor perechi T-test au arătat că valorile ESP din sol prezise cu modelul ESP-SAR nu au fost semnificativ diferite față de valorile ESP măsurate prin testele de laborator. Diferențele ESP dintre aceste două metode au fost distribuite în mod normal, în procent de 95%, fiind de așteptat să se situeze între μ + 1,96 și μ 1,96, acest interval fiind cunoscut sub numele de 95% limită de acord (Bland, 1999). Limitele de 95% de acord pentru compararea determinărilor ESP dintre testele de laborator și modelul ESP-SAR sol au fost calculate la - 1,62 și 1,30 %. Astfel, valorile ESP prezise de modelul ESP-SAR pot fi de 1,30 % mai mici sau mai mari cu 1,62 % din valorile ESP măsurate prin testule de laborator. Diferențele medii procentuale pentru ESP prezis folosind modelul ESP-SAR și testele de laborator a fost de 9,64%. Prin urmare, modelul ESP-SAR al solului poate fi o metodologie mai uşoară, mai economică și mai scurtă ca şi durată, pentru a estima ESP din sol.

* ***2.5.17 Încărcarea microbiologică***

În sens evoluţional, microorganismele (în primul rând microorganismele heterotrofe) sunt agenţi reciclatori responsabili cu menţinerea biosferei. Aceşti agenţi valorifică termodinamic, favorabil, reacţiile chimice obţinând carbon şi energie din biomasa moartă. În urma proceselor microbiene de degradare, rezultă nutrienţii esenţiali prezenţi în biomasa unei generaţii de organisme sunt disponibile pentru următoarea generaţie.

 După cum se poate observa în tabelul 2.18, solul cultivat prezintă un număr mai mare de microorganisme, acest fapt datorându-se atât gunoiului de grajd ce a fost adăugat de fermieri, fapt întreţinut şi de sistemul radicular al plantelor cultivate. În solul necultivat se observă o scădere a numărului de microorganisme, fapt datorat lipsei culturilor, a lucrărilor agropedologice dar şi a condiţiilor de stres salin.

*Tabel nr. 2.18 Datele privind analiza microbiologică*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Adâncimea de prelevare | Solul necultivatmil/100 g sol | Solul cultivatmil/100 g sol |
| 0 - 25 cm | 25,05 | 75,12 |
| 25 – 50 cm | 10,49 | 40,84 |

 Analizele chimice măsoară cantitatea de poluanţi dar ele nu reflectă consecinţele asupra mediului rezultate din mobilizarea lor, acumularea de-a lungul lanţului trofic şi în special influenţa lor asupra proceselor metabolice cheie din sol.

 Metodele biologice, în schimb, reflectă impactul asupra organismelor din sol, ele evidenţiind intensificări/inhibări ale activităţilor în condiţii de stres. În figura 2.28 sunt prezentate culturile microbiene ce s-au dezvoltat după inocularea mediului de cultură.

 Bacteriile existente în medii saline trebuie să facă față la o serie de probleme, cum ar fi stresul ionic (Galinski şi colab., 1982). Natura și compoziția mediului afectează conținutul ionic intracelular și capacitatea osmoregulatorilor acestor bacterii. Bacteriile din genul *Brevibacterium sp*. acumulează cantităţi de cca. 10 ori mai mari de sodiu, când sunt crescute într-un mediu definit cu exces de sodiu în comparaţie cu un mediu normal nutritiv (Nagata și colab., 1991). Celulele tind să-şi păstreze volumul lor destul de constant, pe o gamă largă de salinitate (Csonka, 1989). De aceea, membrana celulară a bacteriilor care trăiesc în medii saline formează bariere primare, ca mod de adaptare în fața salinităţii (Imhoff și colab., 1991,). Adaptarea la stresul osmotic necesită un echilibru între membrană și citoplasma care trebuie să reziste la o presiune osmotică similară cu cea a mediului înconjurător (Larsen 1986, Truper și colab., 1991).

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\user\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\20151116_111216.jpg | C:\Users\user\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\20151116_111654.jpg |
| *Fig. 2.41 Dezvoltarea culturilor bacteriene pentru solul martor si pentru cel cultivat* |

 Această cercetare este necesară pentru că parametrii biologici pot evalua impactul asupra mediului a diverşilor agenţi poluanţi, astfel că sunt nişte indicatori ce pot fi folosiţi în monitorizarea calităţii solurilor, având la bază şi determinarea parametrilor fizico-chimici. Pentru că aşa cum arată studiile ultimilor ani, activitatea florei microbiene are efect asupra calităţii solului, afectând agregarea, asupra absorbţiei nutrienţilor prin activitatea lor enzimatică, iar pe timp îndelungat aşa cum am mai precizat are efect asupra calităţii solului şi a culturilor. Astfel că ar trebui analizate corelaţiile existente între parametrii microbiologici şi cei fizico-chimici, pentru a se aprecia variaţia densităţii grupelor de bacterii din solurile afectate (de diferiţi agenţi poluanţi) şi a intensităţii activităţilor enzimatice, în funcţie de factorii fizico-chimici.

 S-au stabilit corelaţii negative, statistic semnificative între concentraţia sodiului, şi numărul de bacterii. Totuşi prezenţa bacteriilor în solurile puternic salinizate denotă dezvoltarea, în mod natural, a toleranţei la prezenţa în concentrații mari a sărurilor.