

Implementarea tehnologiilor conservative de lucrări ale solului în cadrul unității Cogealac, județul Constanța

Amelia Anghel¹, Lavinia Burtan¹, Monica Dumitrașcu¹, Rodica Lazăr¹

¹ *Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului — ICPA București*

Autor corespondent: parvan_lavinia@yahoo.com

Rezumat

A fost organizată o experiență în câmp care a constatat în aplicarea a două tehnologii de lucrări ale solului, conservative (minimum tillage) și clasice, în cadrul U.A.T. Cogealac, județul Constanța, afectat de aridizare, cu scopul de a îmbunătăți însușirile fizico-chimice și biologice ale solului de tip Kastanoziom tipic (SRTS, 2012). Profilele de sol principale și cele agrofizice efectuate au fost caracterizate din punct de vedere pedologic și al însușirilor fizico-chimice și microbiologice, conform Metodologiei de lucru a ICPA București (MESP, 1987). Probele au fost prelevate pe adâncimi prestabilite (5-10; 25-30 și 45-50 cm), au fost analizate în laboratoarele ICPA București. Textura solului (Kastanoziom tipic) în această unitate, în ambele câmpuri experimentale (minimum tillage și clasic), este lut prăfos în primele două adâncimi și lut mediu pe ultima adâncime. Valorile densității aparente în cele două câmpuri experimentale sunt diferite pe adâncimea de 25-30 cm: în câmpul unde au fost aplicate lucrări clasice ale solului valorile sunt mici (talpa plugului), în timp ce în câmpul experimental conservativ, pe aceeași adâncime, solul este foarte afânat. Rezistența la penetrare în ambele câmpuri experimentale este diferită: în prima experiență scade odată cu adâncimea, iar în cea de a doua este mică la suprafață și în profunzime și mijlocie la 25-30 cm. Permeabilitatea pentru apă este foarte mare, lucrările solului nu au influențat viteza de infiltrare a apei. Porozitatea totală este strâns legată de permeabilitatea pentru apă, având aceleași caracteristici în cele două tehnologii de lucrări. Reacția solului în câmpurile experimentale este slab alcalină. Conținuturile de materie organică sunt mijlocii în cele două sisteme de lucrări ale solului. În ceea ce privește conținutul de azot total, gradul de aprovizionare este mijlociu în prima adâncime, iar tendința este de scădere pe următoarele adâncimi de recoltare. Gradul de aprovizionare cu fosfor mobil este diferit doar în prima adâncime, unde în clasic este mijlociu, iar în conservativ este foarte mare. Gradul de aprovizionare cu potasiu mobil este asemănător în cele două câmpuri experimentale. Tipul de sol oferă indicii privind rezistența sau vulnerabilitatea solului la deșertificare și/sau aridizare prin natura și succesiunea orizonturilor genetice. Solurile cu orizonturi bioacumulative profunde, bogate în humus și bine structurate, cum sunt cernoziomurile și cernoziomurile cambice, sunt mai rezistente la deșertificare și/sau aridizare decât kastanoziomurile, mai sărace în materie organică și cu structură slab dezvoltată.

Rezultatele ne arată activități metabolice de nivel mediu în sistemul clasic și activități intense în cel conservativ, determinate de efectivele fungice foarte mari comparativ cu efectivele mari de la sistemul clasic. La acesta din urmă efectivele numerice au fost de peste două ori mai scăzute comparativ cu cele din solul cultivat în sistem conservativ. Dezvoltarea bacteriilor a fost în schimb favorizată în condițiile solului cultivat în sistem clasic comparativ cu cel conservativ, deși ambele comunități au prezentat efective mari.

Cuvinte cheie: conservarea solului, Kastanoziom tipic, aridizare

Introducere

În ultimele decenii agricultura mondială se confruntă cu provocări majore generate de schimbările climatice, creșterea cererii globale de alimente, degradarea resurselor naturale și presiunea asupra ecosistemelor agricole. Solul reprezintă una dintre cele mai importante resurse naturale pentru producția agricolă, însă utilizarea intensivă a lucrărilor convenționale ale solului a condus la degradarea structurii solului, pierderea materiei organice, eroziune și reducerea fertilității acestuia (Lal, 2004; Montgomery, 2007).

În acest context, dezvoltarea și implementarea tehnologiilor conservative de lucrări ale solului a devenit o prioritate pentru realizarea unei agriculturi durabile.

Tehnologiile conservative ale solului fac parte din conceptul mai larg de agricultură conservativă, care se bazează pe trei principii fundamentale: perturbarea minimă a solului, menținerea unei acoperiri permanente a solului cu resturi vegetale și diversificarea rotației culturilor (FAO, 2011; Kassam și colab., 2019). Aceste practici contribuie la îmbunătățirea structurii solului, la reducerea eroziunii și la creșterea stabilității agroecosistemelor, fiind considerate o strategie eficientă pentru gestionarea durabilă a resurselor de sol și apă (Hobbs și colab., 2008).

Sistemele de lucrări conservative ale solului includ tehnologii precum minimum tillage, strip-till și no-tillage, care presupun limitarea lucrărilor mecanice ale solului și reducerea perturbării profilului de sol. Cercetările au demonstrat că aceste tehnologii pot contribui la creșterea conținutului de carbon organic din sol, îmbunătățirea porozității și stimularea activității biologice a solului (Six și colab., 2002; Lal, 2015). De asemenea, prin reducerea intensității lucrărilor mecanice se limitează mineralizarea materiei organice și se favorizează acumularea carbonului în sol, contribuind astfel la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră (Lal, 2020; Paustian și colab., 2016).

Un alt avantaj major al tehnologiilor conservative îl reprezintă creșterea eficienței utilizării apei în agroecosisteme. Menținerea resturilor vegetale la suprafața solului reduce evaporarea apei și îmbunătățește infiltrația acesteia, ceea ce conduce la creșterea rezistenței culturilor la condiții de secetă (Derpsch colab., 2010; Pittelkow și colab., 2015). În plus, sistemele conservative pot reduce riscul de eroziune hidrică și eoliană prin stabilizarea structurii solului și protejarea suprafeței acestuia împotriva impactului picăturilor de ploaie (Blanco-Canqui și Lal, 2008).

La nivel global, suprafața cultivată în sistem de agricultură conservativă a crescut semnificativ în ultimele decenii, depășind 200 milioane de hectare, ceea ce demonstrează interesul tot mai mare al fermierilor și cercetătorilor pentru aceste practici agricole (Kassam și colab., 2019). Adoptarea acestor tehnologii este însă influențată de numeroși factori, printre care condițiile pedoclimatice, tipul de sol, sistemele de cultură, disponibilitatea echipamentelor agricole și nivelul de cunoștințe al fermierilor (Knowler și Bradshaw, 2007).

În Europa și în special în regiunea Europei de Est implementarea tehnologiilor conservative de lucrări ale solului reprezintă o direcție importantă pentru reducerea degradării solurilor și adaptarea agriculturii la variabilitatea climatică. Solurile agricole din această regiune sunt frecvent afectate de procese de eroziune, compactare și pierdere a materiei organice, iar adoptarea sistemelor conservative poate contribui la refacerea fertilității solului și la creșterea sustenabilității producției agricole (Lal, 2004; FAO, 2017).

La nivel european și în special în România, interesul pentru implementarea sistemelor conservative de lucrări ale solului a crescut semnificativ în ultimii ani, pe fondul necesității de adaptare a agriculturii la schimbările climatice și la procesele de aridizare a solurilor. Cercetările realizate în România evidențiază faptul că sistemele de lucrări minime pot contribui la menținerea stabilității structurii solului, la reducerea compactării și la îmbunătățirea proprietăților fizico-chimice ale acestuia (Dumitru, 2005; Guș și Rusu, 2011).

În România, cercetările privind sistemele conservative de lucrări ale solului au fost dezvoltate în cadrul mai multor instituții de cercetare și universități agricole. Contribuții importante în acest

domeniu au fost realizate de Jităreanu și colab. (2007), care au analizat efectele diferitelor sisteme de lucrări ale solului asupra fertilității solului, asupra proprietăților fizice ale acestuia și asupra productivității culturilor agricole. Rezultatele acestor cercetări au demonstrat că reducerea intensității lucrărilor solului poate contribui la menținerea stabilității structurale a solului, la reducerea compactării și la creșterea eficienței utilizării apei în agroecosisteme (Jităreanu și Ailincăi, 2010).

De asemenea, studiile realizate în zona Moldovei au evidențiat faptul că sistemele de lucrări minime pot contribui la îmbunătățirea proprietăților fizice ale solului și la reducerea proceselor de degradare a acestuia, comparativ cu sistemele convenționale de lucrare a solului. Implementarea sistemelor conservative poate avea un impact pozitiv asupra stabilității structurale a solului, asupra capacității de infiltrare a apei și asupra dezvoltării sistemului radicular al plantelor cultivate (Jităreanu și colab., 2013).

Cercetările recente au analizat efectele sistemelor de lucrări minime asupra calității solului și asupra conținutului de humus în diferite condiții pedoclimatice din România. Rezultatele acestor cercetări indică faptul că tehnologiile conservative, în special sistemul minimum tillage, pot menține relativ stabile proprietățile fizico-chimice ale solului și pot contribui la conservarea umidității și la reducerea proceselor de eroziune (Burtan și colab., 2016). De asemenea, studiile realizate în zone afectate de aridizare au demonstrat că sistemele conservative pot îmbunătăți permeabilitatea solului pentru apă și pot favoriza dezvoltarea sistemului radicular al plantelor, contribuind astfel la creșterea rezilienței agroecosistemelor (Burtan și colab., 2023).

Cercetările realizate de Anghel și colab. (2026) au evidențiat faptul că adoptarea sistemelor conservative poate contribui la îmbunătățirea parametrilor agrochimici ai solului, la creșterea stabilității structurii solului și la conservarea umidității în sol, aspecte esențiale în condițiile schimbărilor climatice și ale creșterii frecvenței perioadelor de secetă. De asemenea, studiile realizate de Topa și colab. (2022) privind sistemele conservative de lucrări ale solului au evidențiat influența acestor tehnologii asupra proprietăților fizice și hidrice ale solului, precum și asupra dezvoltării culturilor agricole. Rezultatele acestor cercetări indică faptul că aplicarea sistemelor de lucrări minime poate contribui la reducerea compactării solului și la îmbunătățirea permeabilității acestuia pentru apă și aer.

Implementarea sistemelor de no-tillage și minimum tillage poate avea efecte pozitive asupra proprietăților fizice ale solului, precum stabilitatea agregatelor, porozitatea și capacitatea de infiltrare a apei (Franzluebbbers, 2002; Strudley și colab., 2008). De asemenea, reducerea intensității lucrărilor solului contribuie la conservarea apei în sol și la reducerea evaporării, ceea ce reprezintă un avantaj important în condițiile creșterii frecvenței perioadelor de secetă (Hatfield și Sauer, 2011; Pittelkow și colab., 2015).

Studiile realizate în diferite regiuni ale lumii arată că adoptarea agriculturii conservative poate contribui la creșterea eficienței utilizării resurselor naturale și la reducerea impactului negativ al agriculturii asupra mediului (Kassam și colab., 2009; Hobbs și colab., 2008; Lal, 2020).

În contextul actual al schimbărilor climatice, caracterizate prin creșterea frecvenței fenomenelor extreme, cum ar fi seceta și precipitațiile intense, implementarea tehnologiilor conservative de lucrări ale solului reprezintă o strategie importantă pentru adaptarea agriculturii și pentru menținerea productivității culturilor pe termen lung. Prin îmbunătățirea proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului aceste tehnologii contribuie la creșterea rezilienței agroecosistemelor și la dezvoltarea unei agriculturi sustenabile (Palm și colab., 2014; Lal, 2020).

Material și metodă

Caracterizarea pedoclimatică a zonei de studiu

Zona de studiu este situată în Cogealac, județul Constanța, în partea central-nordică a regiunii Dobrogea, caracterizată prin condiții pedoclimatice specifice climatului temperat-continental excesiv, cu influențe pontice datorate proximității Mării Negre. Relieful este reprezentat de suprafețe slab ondulate ale Podișului Dobrogei de Sud, cu altitudini cuprinse între aproximativ 50 și 120 m, care favorizează desfășurarea activităților agricole mecanizate (Florea și Munteanu, 2012). Din punct de vedere climatic, zona se caracterizează prin temperaturi medii anuale cuprinse între 10,5 și 11,5°C, cu veri calde și ierni relativ blânde, influențate de circulația maselor de aer continentale și de apropierea Mării Negre (Sandu și colab., 2008).

Regimul precipitațiilor este relativ redus, valorile medii anuale situându-se între 350 și 450 mm, cu o distribuție neuniformă pe parcursul anului. Precipitațiile maxime se înregistrează în lunile mai și iunie, iar perioadele de deficit hidric apar frecvent în timpul verii, în special în lunile iulie și august (Administrația Națională de Meteorologie, 2015). Evapotranspirația potențială ridicată, asociată cu frecvența vânturilor caracteristice regiunii Dobrogea, contribuie la accentuarea fenomenelor de ariditate și la apariția frecventă a secetei pedologice în sezonul de vegetație (Sandu și colab., 2008). Din punct de vedere pedologic, solurile predominante în zona studiată sunt reprezentate de cernoziomuri tipice și cernoziomuri cambice, dezvoltate pe depozite loessoide, caracterizate prin textură lutoasă sau luto-argiloasă, reacție slab alcalină și un conținut relativ ridicat de humus (Florea și Munteanu, 2012; Canarache și Dumitru, 2008). Aceste soluri prezintă o fertilitate naturală ridicată și sunt favorabile pentru cultivarea principalelor culturi agricole din regiune, precum grâul, porumbul, floarea-soarelui și rapița (Guș și Rusu, 2011).

În acest context, adoptarea tehnologiilor conservative de lucrări ale solului reprezintă o direcție importantă pentru adaptarea sistemelor agricole la condițiile climatice specifice regiunii Dobrogea. Reducerea intensității lucrărilor mecanice și menținerea resturilor vegetale la suprafața solului pot contribui la conservarea umidității în sol, la îmbunătățirea structurii solului și la creșterea stabilității agregatelor, reducând astfel riscul degradării solului și al pierderii fertilității acestuia (Kassam și colab., 2019; Lal, 2020).

Probele de sol au fost prelevate din câmpul experimental situat în unitatea Cogealac pe trei adâncimi prestabilite: 5-10; 25-30 și 45-50 cm. Analizele și determinările au fost efectuate conform metodologiei și standardelor în vigoare (Florea și Munteanu, 1987, 2003).

Analize de laborator

Analizele de laborator au fost efectuate pentru determinarea principalilor indicatori agrochimici ai solului, respectiv pH-ul solului, conținutul de humus, azotul total, fosforul mobil și potasiul mobil. Determinarea pH-ului solului s-a realizat în suspensie apoasă, în raport sol:apă de 1:2,5, conform standardului SR 7184-13:2001. Conținutul de humus a fost determinat prin metoda oxidării umede, conform STAS 7184/21-82. Azotul total (Nt) a fost determinat prin metoda Kjeldahl, conform STAS 7184/2-85. Fosforul mobil (P_{AL}) și potasiul mobil (K_{AL}) au fost determinate prin extracție cu acetat de amoniu-lactat, conform standardelor STAS 7184/19-82 și STAS 7184/18-80. Toate analizele au fost realizate în conformitate cu metodologia și standardele naționale în vigoare pentru analize agrochimice ale solului.

Rezultate și discuții

În unitatea studiată textura solului, în ambele câmpuri experimentale, se încadrează ca lut prăfos în primele două adâncimi și lut mediu pe ultima adâncime de prelevare a probelor de sol.

Reacția solului (pH). Pentru tehnologia conservativă cu lucrări minimum tillage, în primăvara anului 2024, pH-ul a înregistrat valori între 7,26 (5-10 cm) și 8,20 (45-50 cm); în primăvara 2025 se observă valori mai stabile, între 7,89 (5-10 cm) și 8,19 (45-50 cm). Se evidențiază o creștere ușoară a pH-ului cu adâncimea. Solul estr slab alcalin, mai ales în ultimele adâncimi. Tehnologia clasică prezintă variații mai accentuate ale pH-ului. Reacția solului este slab alcalină în ambele prelevări și tehnologii (figura 1.1.).

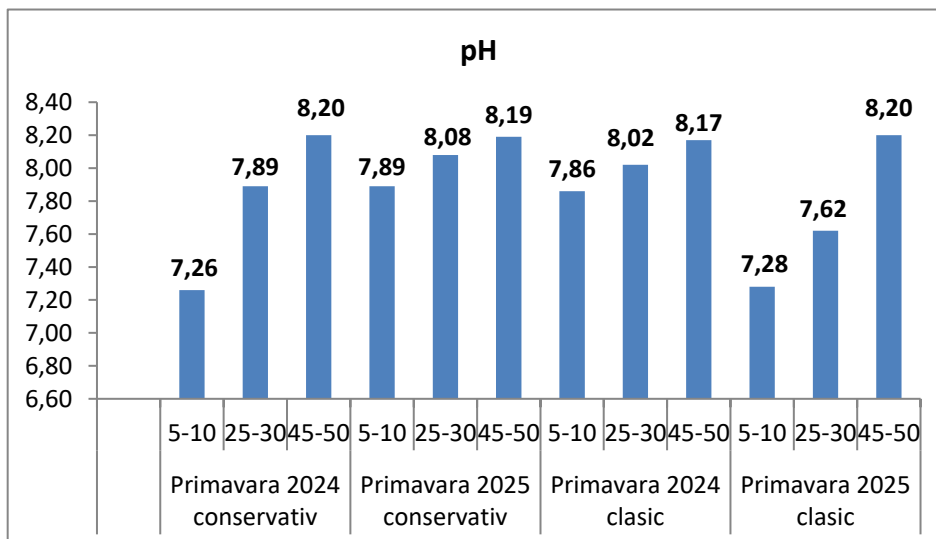


Figura 1.1. Influența lucrărilor solului asupra reacției solului în cadrul U.A.T. Cogealac, județul Constanța

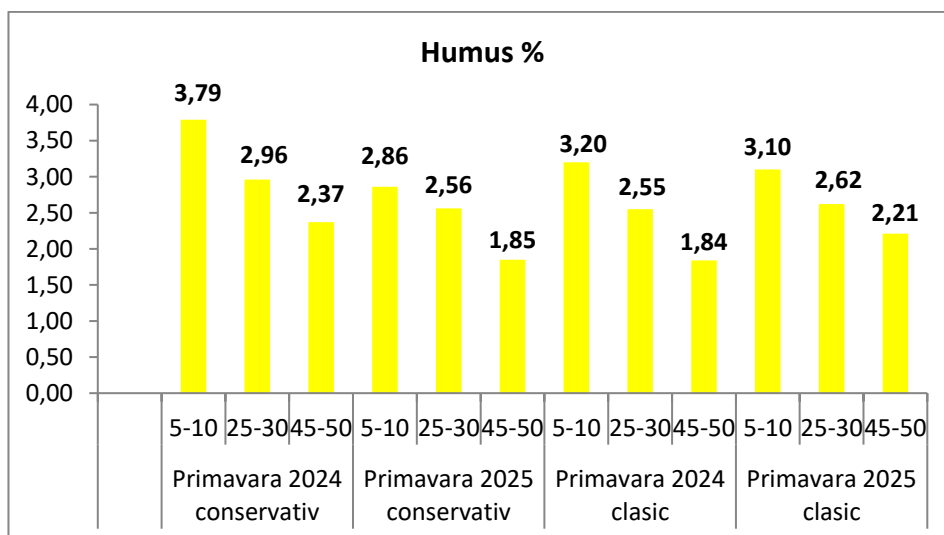


Figura 1.2. Influența lucrărilor solului asupra conținutului de humus în cadrul U.A.T. Cogealac, județul Constanța

Conținutul de humus (%). În câmpul experimental în care s-au aplicat lucrările minimum tillage în primăvara anului 2024 conținutul de humus este mijlociu la suprafață, cu o valoare de 3,79% la prima adâncime de 5-10 cm, și scade odată cu adâncimea la 2,37% în ultima adâncime de recoltare a probelor de sol (45-50 cm). Aceeași situație o întâlnim și la recoltarea din primăvara anului 2025: valorile scad odată cu adâncimea. Se poate spune că aceste lucrări ale solului mențin materia organică aproape de suprafață, unde procesele microbiologice sunt mai active.

În cazul câmpului cu lucrări clasice conținutul de materie organică este la fel ca în conservativ în primăvara anului 2024 (3,20%) la prima adâncime de 5-10 cm și doar 1,84% la 45-50 cm, iar în 2025 tendința se menține, cu 3,10% la suprafață și 2,21% la 45-50 cm, ceea ce ne sugerează o mineralizare mai rapidă a materiei organice și pierderi accentuate, în special la adâncime (figura 1.2.).

Rezultatele obținute în cadrul experimentului sunt în concordanță cu numeroase studii din literatura de specialitate privind efectele sistemelor conservative asupra proprietăților agrochimice ale solului. Astfel, valorile mai ridicate ale conținutului de humus în stratul superficial al solului în sistemul minimum tillage confirmă observațiile altor cercetători, care arată că reducerea intensității lucrărilor solului favorizează acumularea materiei organice la suprafață și îmbunătățește activitatea biologică a solului (Lal, 2004). De asemenea stratificarea elementelor nutritive, în special a fosforului și potasiului în stratul superficial al solului, reprezintă un fenomen frecvent întâlnit în sistemele de agricultură conservativă, deoarece lipsa arăturii limitează amestecarea nutrienților în profilul de sol (Franzluebbers, 2002).

Conținutul de azot total (Nt%). Valorile acestui indicator sunt asemănătoare la ambele prelevări și tehnologii, cu excepția anului 2024 la prima adâncime în minimum tillage, unde este foarte mic, crește la adâncimea de 25-30 cm (0,154%), apoi scade la 0,123% la ultima adâncime. La prelevarea din 2025 la prime două adâncimi valorile sunt similare dar scad la ultima adâncime (figura 1.3.).

Comparativ cu rezultatele obținute în primăvara anului 2024, la prima adâncime de 5-10 cm, conținutul de azot total a crescut (de la 0,050 la 0,154%), indicând o ameliorare a fertilității. În câmpul experimental cu lucrări clasice valori mai mari de azot total se găsesc la suprafață și scad odată cu adâncimea.

Așadar, dacă urmărim eficiența imediată a nutrienților, sistemul clasic este mai avantajos, iar dacă se urmărește menținerea fertilității și protecția solului, sistemul conservativ se dovedește mai eficient.

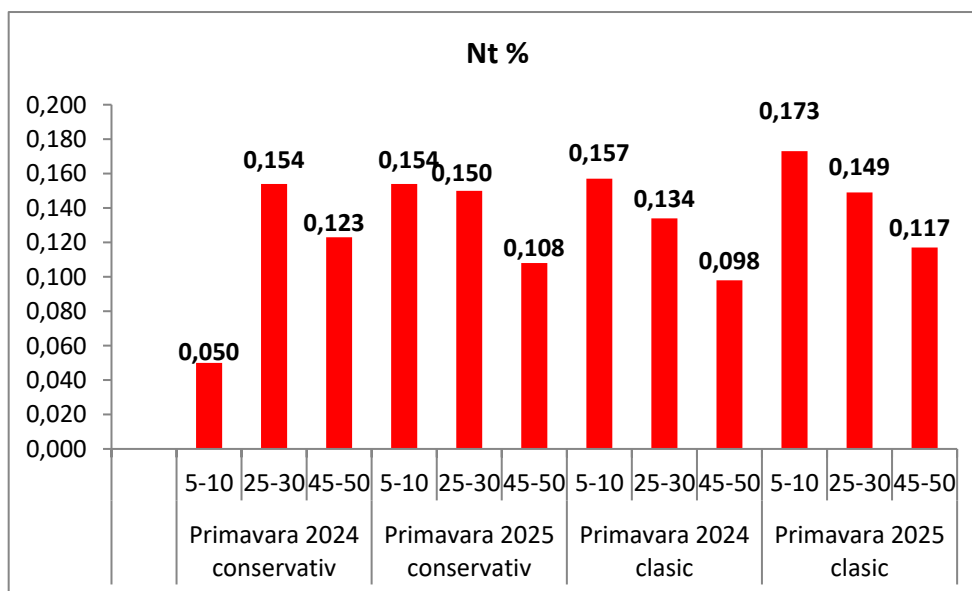


Figura 1.3. Influența lucrărilor solului asupra conținutului de azot total în cadrul U.A.T. Cogealac, județul Constanța

Conținutul de fosfor mobil (P_{AL} , mg/kg). În câmpul experimental cu lucrări conservative (minimum tillage), la recoltarea din primăvara 2024, la prima adâncime de 5-10 cm, se remarcă un conținut foarte ridicat de fosfor mobil (105 mg/kg), semnificativ mai mare comparativ cu celelalte

două adâncimi (26 mg/kg la 25-30 cm și 14 mg/kg la 45-50 cm). Aceasta semnifică o acumulare a fosforului mobil la suprafață, caracteristică pentru sistemele fără arătură profundă. Rezultatele obținute la prelevarea probelor de sol în primăvara anului 2025 ne indică că valorile acestui indicator scad, dar se mențin mai mari la suprafață (31 mg/kg) față de adâncime (26 și 17 mg/kg), confirmând tendința de stratificare (figura 1.4.).

În câmpul cu lucrări convenționale în 2024 distribuția fosforului este mai uniformă, cu 39 mg/kg în stratul de 5-10 cm, 24 mg/kg la 25-30 cm și 13 mg/kg la 45-50 cm. Acest lucru ne indică că arătura contribuie la o uniformizare mai bună a fosforului, evitând acumularea excesivă la suprafață. Valorile ridicate la suprafață în minimum tillage ar putea fi datorate reacției solului, care este slab alcalină, influențând accesibilitatea acestuia pentru plante.

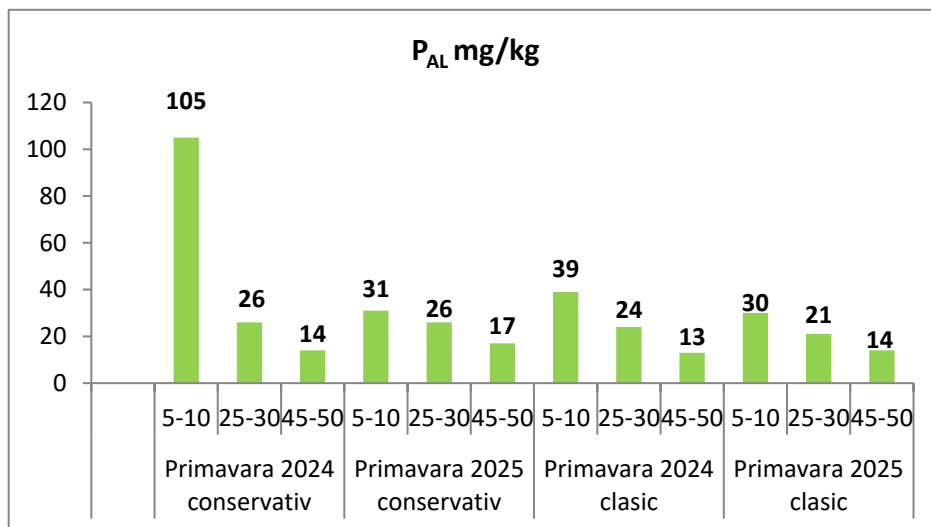


Figura 1.4. Influența lucrărilor solului asupra conținutului de fosfor mobil în cadrul U.A.T. Cogealac, județul Constanța

Conținutul de potasiu mobil (K_{AL}, mg/kg). În câmpul cu lucrări minimum tillage, la recoltarea din primăvara 2024, la prima adâncime, conținutul de potasiu mobil este mare (276 mg/kg), scăzând apoi la 154 mg/kg (25-30 cm) și 129 mg/kg (45-50 cm). Se observă o acumulare semnificativă la suprafață, benefică pentru plante.

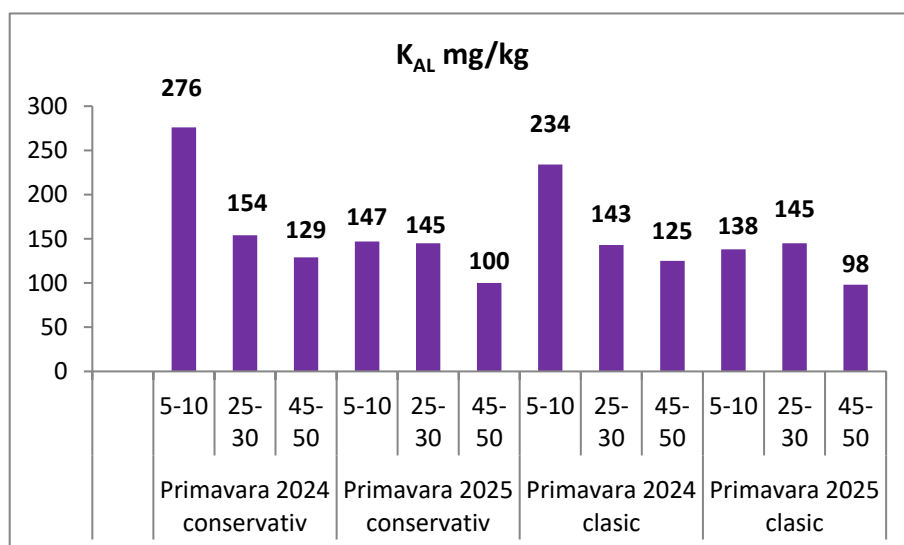


Figura 1.5. Influența lucrărilor solului asupra conținutului de potasiu mobil în cadrul U.A.T. Cogealac, județul Constanța

Conținutul de potasiu mobil (K_{AL} , mg/kg). În câmpul experimental cu lucrări clasice ale solului valorile sunt mai mici comparativ cu tehnologia conservativă, cu 234 mg/kg la 5-10 cm, 143 mg/kg la 25-30 cm și 125 mg/kg la 45-50 cm. Distribuția este mai uniformă, dar conținuturile de potasiu sunt mai mici (figura 1.5).

La cea de-a doua prelevare efectuată în primăvara anului 2025 în parcela lucrată prin tehnologia minimum tillage valorile înregistrate au fost de 147 mg/kg la adâncimea de 5-10 cm, 145 mg/kg la 25-30 cm și 100 mg/kg la 45-50 cm. Comparativ cu anul precedent se constată o ușoară diminuare a valorilor, însă la nivelul stratului superficial se menține în continuare un conținut ridicat.

În comparație cu tehnologia clasică se observă că aceasta prezintă un conținut mai redus la prima adâncime analizată (138 mg/kg la 5-10 cm), dar valori similare sau ușor mai ridicate la adâncimea de 25-30 cm (145 mg/kg). La adâncimea de 45-50 cm, valorile înregistrate scad până la 98 mg/kg.

Cercetările efectuate de Carter (2005) au evidențiat că sistemele de lucrări reduse ale solului conduc la o acumulare a nutrienților în stratul superior, în timp ce lucrările convenționale determină o distribuție mai uniformă a acestora în profilul de sol. În studiile realizate de Hobbs și colab. (2008) se arată că agricultura conservativă contribuie la menținerea fertilității solului, la conservarea umidității și la reducerea degradării structurii solului.

Concluzii

Tehnologia conservativă (minimum tillage) favorizează menținerea materiei organice și acumularea elementelor nutritive în stratul superficial, contribuind la conservarea fertilității solului și la protecția structurii acestuia. Pe de altă parte, tehnologia clasică asigură o distribuție mai uniformă a nutrienților în profilul de sol, ceea ce poate favoriza disponibilitatea imediată a elementelor nutritive pentru plante.

Rezultatele obținute recomandă trecerea la agricultura conservativă cu lucrări minimum tillage, deoarece mai mulți indicatori ai fertilității solului arată avantaje față de sistemul clasic.

În primul rând, conținutul de humus este mai bine menținut în prima adâncime de 5-10 cm în minimum tillage, unde activitatea microbiologică este mai intensă, ceea ce contribuie la îmbunătățirea structurii solului, la creșterea capacității de reținere a apei și la menținerea fertilității pe termen lung.

De asemenea conținutul de fosfor și potasiu mobil prezintă valori mai ridicate în stratul superficial în cazul tehnologiei conservative. Acest lucru indică o acumulare a elementelor nutritive acolo unde sistemul radicular al plantelor este cel mai activ, ceea ce poate favoriza absorbția nutrienților.

În ceea ce privește reacția solului (pH) valorile sunt relativ stabile în sistemul conservativ și se mențin în domeniul slab alcalin, fără variații semnificative între ani. Stabilitatea acestui indicator este importantă pentru menținerea echilibrului chimic al solului.

Agricultura conservativă reprezintă o opțiune favorabilă pentru menținerea fertilității solului și pentru protecția acestuia pe termen lung, fiind recomandată extinderea acestei tehnologii în cadrul unității studiate.

Mulțumiri

Această cercetare a fost realizată cu sprijinul proiectului PN 23 29 03 01 „Managementul resurselor de sol în agroecosistemele afectate de aridizare în vederea menținerii biodiversității” (Soil resources management for preserving biodiversity in agroecosystems affected by aridization).

Bibliografie

- Anghel A., Burtan L., Calciu I. 2026. *The Impact of Different Soil Tillage Systems on the Physical Characteristics of Soils in the Context of Current Climate Change*. Romanian Agricultural Research, No. 43, 2026, <https://doi.org/10.59665/rar4319>
- Blanco-Canqui H., Lal R. 2008. *Principles of Soil Conservation and Management*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Blanco-Canqui H., Ruis S. J. 2018. *No-tillage and soil physical environment*. Geoderma, 326, 164-200, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.03.011>
- Burtan L., Coronado M., Sîrbu C., Ciornei L., Todirică I. C., Străteanu A. G., Popa M. 2023. *Various Soil Quality Parameters and Humus Content Evolution in Conventional and Minimum Tillage Systems*. Romanian Agricultural Research, 40, 491-500. <https://doi.org/10.59665/rar4046>
- Burtan L., Coronado M., Vrînceanu A. 2016. *Sisteme minime de lucrări ale solului*. Editura Estfalia, București.
- Burtan L., Anghel V. A., Dumitrașcu M. 2023. *Soil minimum tillage system impact upon aridity hindered land in Teleorman County*. Annals of the University of Craiova – Agriculture, Montanology, Cadastre Series.
- Canarache A., Dumitru E. 2008. *Solurile României*. Editura Estfalia, București.
- Carter M. R. 2005. *Long-term tillage effects on soil chemical properties and organic matter fractions*. Soil & Tillage Research, 80(1-2), 29-42. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.05.002>
- Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L. 2010. *Current status of adoption of no-till farming in the world*. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 3(1), 1-25.
- Dumitru E. 2005. *Lucrarea conservativă a solului între tradiție și perspectivă în agricultura durabilă*. Editura Estfalia, București.
- FAO. 2011. *Save and Grow: A Policymaker's Guide to Sustainable Crop Production Intensification*. FAO, Rome.
- FAO. 2017. *Conservation Agriculture for Sustainable Land Management*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Florea N., Munteanu I. 2012. *Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor*. Editura Estfalia, București.
- Franzluebbers A. J. 2002. *Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality*. Soil Tillage Research, 66(2), 95-106 [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00018-1)
- Guș P., Rusu T. 2011. *Sistemele neconvenționale de lucrare a solului – alternative agrotehnice și economice pentru agricultura durabilă*. Cluj-Napoca: Editura Risoprint.
- Hatfield J. L., Sauer T. J. 2011. *Soil management for increased water use efficiency*. Agronomy Journal, 103(2), 265-275. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0082>
- Hobbs P. R., Sayre K., Gupta R. 2008. *The role of conservation agriculture in sustainable agriculture*. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 363, 543-555.
- Jităreanu G., Ailincăi C., Bucur D. 2007. *Effects of different tillage systems on soil physical properties and crop yield*. Lucrări Științifice – Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași, Seria Agronomie, 50, 113-118.
- Jităreanu G., Ailincăi C. 2010. *Influence of soil tillage systems on soil fertility and crop production*. Lucrări Științifice – Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Iași, Seria Agronomie, 53, 71-76.
- Jităreanu G., Bucur D., Ailincăi C. 2013. *Soil tillage systems and their influence on soil properties in the Moldavian Plateau*. Soil Forming Factors and Processes from the Temperate Zone, 12(1), 65-72.
- Kassam A., Friedrich T., Derpsch R. 2019. *Global spread of conservation agriculture*. International Journal of Environmental Studies, 76, 29-51.

- Kassam A., Friedrich T., Shaxson F., Pretty J. 2009. *The spread of conservation agriculture: Justification, sustainability and uptake*. International Journal of Agricultural Sustainability, 7(4), 292-320. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0477>
- Lahmar R. 2010. *Adoption of conservation agriculture in Europe: Lessons of the KASSA project*. Soil Tillage Research, 106(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.10.001>
- Lal R. 2004. *Soil carbon sequestration to mitigate climate change*. Geoderma, 123, 1-22.
- Lal R. 2015. *Restoring soil quality to mitigate soil degradation*. Sustainability, 7, 5875-5895.
- Lal R. 2020. *Soil conservation and ecosystem services*. International Soil and Water Conservation Research, 8, 103-110.
- Montgomery D. R. 2007. *Soil erosion and agricultural sustainability*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 104(33), 13268-13272. <https://doi.org/10.1073/pnas.0611508104>
- Oldeman L. R. (1994). *The global extent of soil degradation*. Wageningen: ISRIC – International Soil Reference and Information Centre.
- Palm C., Blanco-Canqui H., DeClerck F., Gattere L., Grace P. 2014. *Conservation agriculture and ecosystem services*. Agriculture, Ecosystems Environment, 187, 87-105.
- Paustian K., Lehmann J., Ogle S., Reay D., Robertson G., Smith P. 2016. *Climate-smart soils*. Nature, 532, 49-57.
- Pittelkow C. 2015. *Productivity limits and potentials of conservation agriculture*. Nature, 517, 365-368.
- Sandu I., Pescaru V., Poiană I. 2008. *Clima României*. Editura Academiei Române.
- Six J., Feller C., Deneff K., Ogle S. M., de Moraes Sá J. C., Albrecht A. 2002. *Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage*. Soil Tillage Research, 66(2), 143-158. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(02\)00018-3](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(02)00018-3)
- Soane B. D., Ball B. C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. 2012. *No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment*. Soil Tillage Research, 118, 66-87. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015>
- Strudley M. W., Green T. R., Ascough J. C. 2008. *Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science*. Soil Tillage Research, 99(1), 4-48. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.01.007>
- *** Administrația Națională de Meteorologie. 2015. *Clima României – caracteristici climatice regionale*. București.