

Cercetări privind factorii care determină intensificarea fenomenului de aridizare la nivelul resurselor de sol din județul Tulcea

Lavinia Burtan¹, Amelia Anghel¹, Monica Dumitrașcu¹, Sorina Cernat²

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

² *Universitatea Valahia, Facultatea de Științe și Inginerie, Alexandria, Teleorman*

Autor corespondent: cernat.sorina@yahoo.com

Rezumat

Agricultura conservativă (AC) este modalitatea prin care se asigură conservarea, îmbunătățirea și utilizarea mai eficientă a resurselor naturale prin intermediul unui management integrat al resurselor disponibile, combinate cu stimuli externi. Principiile AC sunt aplicabile, în toate peisajele agricole, practicilor formulate și adaptate la specificul local deoarece ea îmbunătățește biodiversitatea și procesele biologice care asigură funcționalitatea naturală a solului. În plus, aceasta permite utilizarea mai multor servicii de mediu la o scară mai mare, în special stocarea carbonului, resurse de apă mai curate, reducerea drastică a eroziunii și scurgerii și conservarea biodiversității. Problematika degradării terenurilor necesită o abordare complexă prin prisma situării solului la interferența dintre celelalte elemente ale mediului, impunând colectarea de date, plecând de la delimitările zonelor de studiu și inventarul resurselor pedologice existente, până la prognoza sau simularea modificării condițiilor climatice, toate acestea extrem de importante în identificarea și evaluarea riscului de intensificare a proceselor de degradare care determină apariția și extinderea fenomenului de aridizare.

A fost organizată o experiență în câmp care a constat în aplicarea sistemelor de agricultură conservativă (strip-till și no-till), în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea, 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 a 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.

Determinările însușirilor fizice (densitatea aparentă, rezistența la penetrare, porozitatea totală și permeabilitatea pentru apă) sunt strâns influențate de granulometrie și au scos în evidență că datorită texturii (lut nisipos fin) solului de tip Kastanoziom tipic nu există nicio restricție în continuarea tehnologiei conservative.

S-au înregistrat activități metabolice de nivel mediu, mai intense în cazul microflorei edafice din sistemul strip-till față de cel no-till, determinate de efectivele bacteriene mai mari din acesta comparativ cu cele din sistemul strip-till, deși în ambele cazuri valorile sunt de nivel ridicat. Fungii au colonizat cu efective foarte mari, dar condițiile din solul cultivat în sistemul strip-till au fost mai favorabile dezvoltării acestui grup de microorganisme.

Cuvinte cheie: degradare, aridizare, agricultură conservativă, caracteristicile fizico-chimice și biologice

Introducere

În contextul actual al schimbărilor climatice globale, aridizarea și degradarea terenurilor reprezintă procese de mediu cu impact major asupra resurselor naturale, securității alimentare și sustenabilității sistemelor socio-ecologice. Aridizarea este definită ca tendința de accentuare a

deficitului de apă la nivel climatic, hidrologic și pedologic, manifestată prin reducerea umidității solului, diminuarea disponibilității apei pentru vegetație și intensificarea proceselor de degradare a solurilor. În accepțiunea Convenției Națiunilor Unite pentru Combaterea Deșertificării, deșertificarea constituie rezultatul interacțiunii dintre variabilitatea climatică și activitățile antropice în zonele aride, semiaride și uscat-subumede, având ca efect pierderea funcțiilor productive și ecologice ale terenurilor (UNCCD, 2000).

La nivel internațional aridizarea și degradarea solurilor sunt recunoscute drept unele dintre cele mai severe amenințări asupra sustenabilității mediului și securității alimentare globale. Organizațiile internaționale subliniază faptul că peste o treime din suprafața terestră este afectată de diferite forme de degradare a terenurilor, iar procesele de aridizare se intensifică în special în zonele aride, semiaride și uscat-subumede, unde echilibrul dintre climă, sol și utilizarea terenurilor este extrem de fragil (Convenția Națiunilor Unite pentru Combaterea Deșertificării, 2017).

În literatura de specialitate, aridizarea este abordată ca un proces distinct, dar strâns legat de deșertificare, fiind asociată cu reducerea progresivă a disponibilității apei în sol, scăderea productivității biologice și pierderea capacității ecosistemelor de a se autoregla. Studiile globale evidențiază faptul că încălzirea climatică determină creșterea evapotranspirației potențiale, modificări ale regimului precipitațiilor și intensificarea frecvenței secetelor severe, toate acestea având un impact direct asupra bilanțului hidric al solurilor (IPCC, 2021).

Conform rapoartelor Grupului Interguvernamental privind Schimbările Climatice regiunile situate în zona temperată caldă și subtropicală vor experimenta, în deceniile următoare, o creștere semnificativă a stresului hidric pedologic, chiar și în condițiile unor modificări moderate ale precipitațiilor. Această tendință este explicată prin creșterea temperaturilor medii globale, care amplifică pierderile de apă din sol și reduce perioada de umiditate optimă pentru vegetație (IPCC, 2021).

La scară globală aridizarea este considerată un proces multifactorial, rezultat al interacțiunii dintre:

- ❖ schimbările climatice (încălzire globală, secete frecvente);
- ❖ degradarea structurii solului și pierderea carbonului organic;
- ❖ presiunile antropice exercitate prin agricultură intensivă, defrișări și supra-pășunat;
- ❖ managementul neadecvat al resurselor de apă și al terenurilor (UNCCD, 2017).

Studii realizate în regiunile aride și semiaride din Africa de Nord, Orientul Mijlociu, Asia Centrală și sudul Europei indică faptul că pierderea carbonului organic din sol reprezintă unul dintre mecanismele cheie prin care aridizarea se autoîntreține. Reducerea conținutului de materie organică determină degradarea structurii solului, diminuarea porozității și scăderea capacității de reținere a apei, ceea ce amplifică efectele secetei și accelerează procesul de degradare (Lal, 2015).

La nivel internațional, aridizarea solurilor este strâns corelată cu dinamica secetei pedologice, care este din ce în ce mai frecvent analizată prin indicatori integrați și date de teledetecție. Cercetările recente demonstrează o extindere a suprafețelor afectate de secetă pedologică în ultimele decenii, în special în zonele agricole intens exploatate, unde presiunile antropice se suprapun peste cele climatice (Vicente-Serrano și colab., 2020).

În plus, literatura internațională subliniază rolul esențial al utilizării terenurilor și al practicilor agricole în controlul aridizării. Agricultură intensivă, bazată pe lucrări mecanice frecvente ale solului, monocultură și inputuri chimice ridicate, contribuie la degradarea structurii solului și la accelerarea pierderii apei prin evaporare. În contrast, sistemele de agricultură conservativă și managementul durabil al solurilor sunt considerate instrumente cheie pentru creșterea rezilienței solurilor la aridizare și secetă (FAO, 2015).

Din perspectiva politicilor globale de mediu combaterea aridizării și a degradării solurilor este integrată în Obiectivele de Dezvoltare Durabilă ale Organizației Națiunilor Unite, în special prin obiectivul „Neutralitatea degradării terenurilor” (Land Degradation Neutrality – LDN). Acest

concept promovează menținerea sau îmbunătățirea stării terenurilor prin măsuri de prevenire, restaurare și management durabil al solurilor, fiind considerat un pilon central al adaptării la schimbările climatice (UNCCD, 2017).

La nivel global, regiunile situate în zona de tranziție dintre climatele temperate și cele aride sunt considerate deosebit de vulnerabile la aridizare, datorită sensibilității lor la modificările regimului precipitațiilor și la creșterea temperaturilor medii. Sud-estul Europei este identificat în numeroase studii și documente strategice ca un „hotspot” al deșertificării, unde intensificarea secetei climatice și pedologice este amplificată de presiuni antropice semnificative (Curtea Europeană de Conturi, 2018). În acest cadru, România se confruntă cu riscuri crescute de degradare a terenurilor, în special în regiunile extracarpatiche, unde condițiile naturale predispun solurile la deficit hidric și pierdere de fertilitate.

Dobrogea reprezintă una dintre cele mai expuse regiuni ale României la procesele de aridizare, fiind caracterizată printr-un regim climatic continental excesiv, cu influențe pontice reduse, cantități anuale scăzute de precipitații și o distribuție sezonieră neuniformă a acestora. Documentele strategice naționale evidențiază faptul că Dobrogea este regiunea cu cea mai mare susceptibilitate la deșertificare din România, ca urmare a cumulării factorilor climatici nefavorabili cu particularitățile pedologice și cu presiunile generate de utilizarea intensivă a terenurilor agricole (Ministerul Mediului, 2019).

Județul Tulcea, situat în Dobrogea de Nord, constituie un studiu de caz relevant pentru analiza aridizării resurselor de sol, datorită diversității condițiilor fizico-geografice și a contrastelor pedo-hidrologice existente. Din punct de vedere climatic, județul Tulcea se caracterizează prin veri calde și secetoase, ierni relativ sărace în precipitații și o frecvență ridicată a episoadelor de secetă, care conduc la apariția unui bilanț hidric negativ în sol, în special în sezonul de vegetație. Creșterea temperaturilor medii și intensificarea evapotranspirației potențiale amplifică pierderile de apă din sol, reducând umiditatea disponibilă pentru plante și accentuând stresul hidric pedologic (Ministerul Mediului, 2019).

Din punct de vedere pedologic, teritoriul județului Tulcea este dominat de soluri de stepă dezvoltate pe depozite loessoide, în special cernoziomuri și kastanoziomuri, care dețin un rol esențial în susținerea producției agricole regionale. Deși aceste soluri sunt caracterizate, în mod natural, printr-un nivel ridicat de fertilitate, ele prezintă o vulnerabilitate accentuată în condiții de deficit hidric persistent, manifestată prin reducerea conținutului de materie organică, degradarea structurii, scăderea stabilității agregatelor și diminuarea capacității de reținere a apei. Pierderea acestor proprietăți afectează direct funcțiile solului și capacitatea acestuia de a amortiza impactul secetei.

În arealele joase și deltaice ale județului Tulcea, aridizarea solurilor este condiționată și de particularitățile regimului hidrologic și ale apei subterane. Prezența nivelului freatic la adâncimi mici, combinată cu conținutul ridicat de săruri solubile, favorizează apariția proceselor de salinizare și sodizare, mai ales în condițiile reducerii aportului de apă dulce și ale creșterii evapotranspirației. Aceste procese conduc la deteriorarea proprietăților fizico-chimice ale solurilor și accentuează stresul hidric și osmotic al vegetației (EUWI; East, 2020).

Un factor determinant al intensificării aridizării îl constituie dinamica secetei climatice și pedologice. Analizele recente bazate pe indici de secetă și date de teledetecție au evidențiat modificări semnificative ale severității și extinderii spațiale a secetei în Dobrogea în ultimele două decenii. Studiile realizate pentru perioada 2001-2021 indică o creștere a frecvenței episoadelor de secetă severă și extremă, cu efecte directe asupra umidității solului, stării vegetației și randamentului culturilor agricole (Șerban și colab., 2025a, b). Aceste tendințe confirmă faptul că aridizarea reprezintă un proces dinamic, aflat într-o fază de intensificare.

Pe lângă factorii climatici condițiile geomorfologice și dinamica factorului eolian joacă un rol semnificativ în degradarea solurilor din județul Tulcea. Suprafețele întinse, slab fragmentate,

dezvoltate pe depozite loessoide, sunt expuse acțiunii vânturilor puternice, frecvente în Dobrogea. În condiții de sol uscat și acoperire vegetală redusă eroziunea eoliană devine un proces activ, determinând îndepărtarea stratului superficial bogat în humus și nutrienți, reducerea capacității de stocare a apei și accentuarea caracterului arid al solurilor (Popovici și colab., 2019).

Factorii antropici completează și amplifică presiunile naturale asupra solurilor. Intensificarea agriculturii, simplificarea rotațiilor culturilor, lucrările mecanice repetate și reducerea perdelelor forestiere de protecție conduc la creșterea evaporării, compactarea solului și accelerarea pierderii carbonului organic. La nivel național, inventariile recente ale degradării terenurilor arată că pierderea carbonului organic din sol, ariditatea și salinizarea sunt procese dominante în sud-estul României, unde efectele schimbărilor climatice sunt amplificate de managementul neadecvat al terenurilor (Prvălie și colab., 2025).

În județul Tulcea, aridizarea resurselor de sol trebuie astfel interpretată ca rezultatul interacțiunii cumulative dintre factorii climatici, pedologici, geomorfologici, hidrologici și antropici, care acționează sinergic și conduc la reducerea progresivă a capacității solurilor de a susține producția agricolă și funcțiile ecosistemice. Abordarea integrată a acestor procese este esențială pentru elaborarea unor strategii eficiente de conservare a solurilor, adaptare a sistemelor agricole la schimbările climatice și utilizare durabilă a resurselor de teren, în concordanță cu obiectivele stabilite la nivel național și european (UNCCD, 2000; Ministerul Mediului, 2019; Curtea Europeană de Conturi, 2018).

Material și metodă

Unitatea administrativ teritorială (U.A.T.) Nalbant, județul Tulcea, coordonate geografice: latitudine: N 45 06139; longitudine: E 028 64716, tipul de sol reprezentativ unității este *Kastanoziom tipic* (SRTS, 2012) cu o textură lut nisipos fin în ambele câmpuri experimentale cu lucrări conservative (no-till) și clasice. Profilele de sol principale și cele agrofizice efectuate au fost caracterizate din punct de vedere pedologic și a 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. Unitatea Nalbant este situată în partea central-vestică a județului Tulcea, în cadrul Dobrogei de Nord, într-o zonă de podiș și dealuri joase, caracterizată prin condiții pedoclimatice specifice regiunilor de stepă din sud-estul României. Din punct de vedere climatic, aria se încadrează în tipul de climat temperat-continental excesiv, cu influențe continentale accentuate, caracterizat prin amplitudini termice ridicate și un regim pluviometric deficitar (Ministerul Mediului, 2019).

Temperatura medie anuală este de aproximativ 10,5-11,0°C, valorile cele mai ridicate înregistrându-se în lunile de vară, când temperaturile maxime pot depăși frecvent 35-37°C, iar cele mai scăzute în sezonul rece, când pot apărea minime sub -20°C. Această variabilitate termică accentuată contribuie la creșterea evapotranspirației potențiale și la accentuarea deficitului de apă în sol în perioada de vegetație (Administrația Națională de Meteorologie, 2020).

Regimul pluviometric este caracterizat prin cantități anuale relativ reduse de precipitații, situate în jurul valorii de 400-450 mm/an, cu o distribuție neuniformă pe parcursul anului. Precipitațiile sunt concentrate preponderent în sezonul de primăvară și la începutul verii, în timp ce lunile de vară și începutul toamnei sunt frecvent afectate de perioade secetoase prelungite. Această distribuție sezonieră nefavorabilă accentuează stresul hidric pedologic și limitează refacerea rezervelor de apă din sol (Ministerul Mediului, 2019; Șerban și colab., 2025a).

În condițiile climatice actuale, caracterizate prin creșterea frecvenței episoadelor de secetă, aceste soluri manifestă procese de reducere a conținutului de materie organică, degradare structurală și diminuare a stabilității agregatelor, ceea ce conduce la scăderea infiltrării și la

intensificarea evaporării directe de la suprafața solului (Prvălie și colab., 2025; Popovici și colab., 2019).

Rezultate și discuții

Însușirile chimice

În ceea ce privește **reacția solului** valorile pH sunt cuprinse între 7,92 și 8,29, deci solul este slab alcalin. La ambele tehnologii aplicate pH-ul tinde să fie mai mare la adâncimi mai mari (45-50 cm), valorile cele mai scăzute apar la 5-10 cm (figura 1.1.).

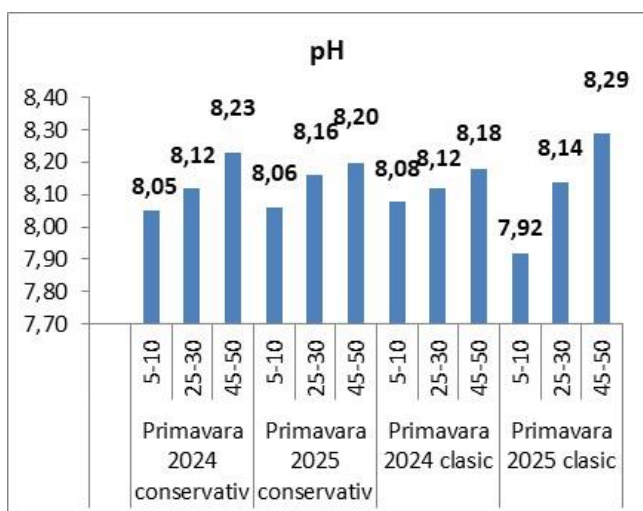


Figura 1.1. Influența lucrărilor solului asupra reacției solului în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

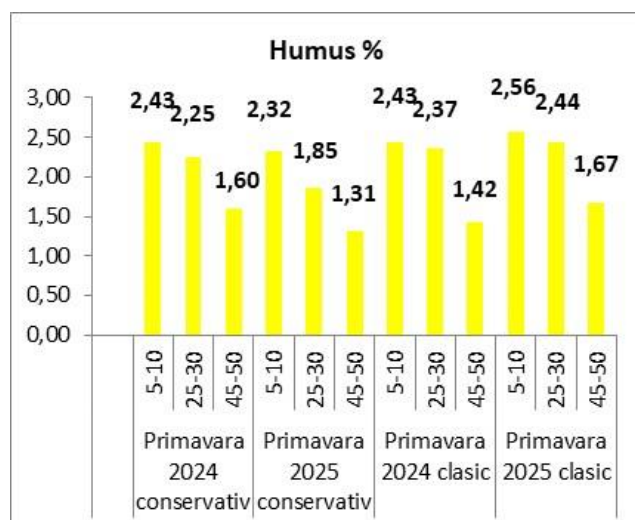


Figura 1.2. Influența lucrărilor solului asupra conținutului de humus în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

Conținutul de humus (%) se situează între 1,31 și 2,56%. Întâlnim conținut mai mare la suprafață și scade odată cu adâncimea. Cele mai mici valori se regăsesc la 45-50 cm (figura 1.2.). În primăvara anului 2024 ambele tehnologii aplicate au un conținut de materie organică mijociu cu valori apropiate la suprafață, iar în 2025 tehnologia clasică are valori mai ridicate, fără a depăși clasa de interpretare (2,56 vs. 2,32% la 5-10 cm).

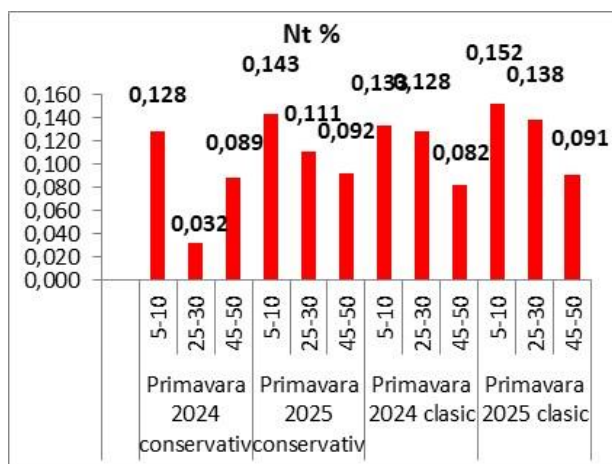


Figura 1.3. Influența lucrărilor solului asupra conținutului de azot total în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

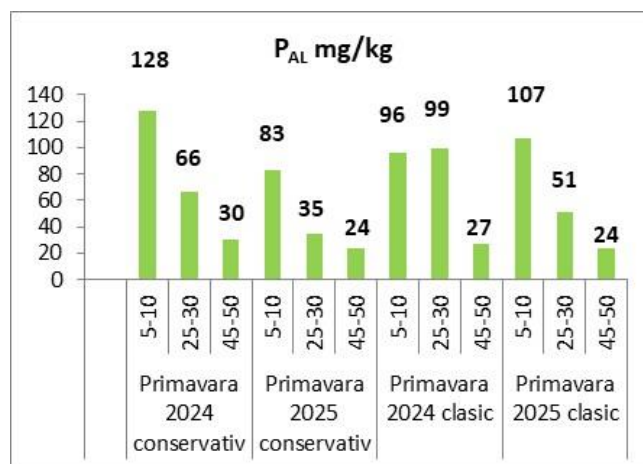


Figura 1.4. Influența lucrărilor solului asupra conținutului de fosfor mobil în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

Conținutul de azot total (Nt%). Tehnologia conservativă reține mai mult azot total la suprafață, benefic pentru culturile ce absorb din stratul superficial. Acesta scade odată cu adâncimea. Tehnologia clasică arată o distribuție mai uniformă între 5 și 30 cm și valori mai mari decât în conservativ în primăvara anului 2025, asigurând accesul plantelor la azot pe termen mai lung. Conținutul de azot total în ambele câmpuri experimentale este mic – mijlociu.

Conținutul de fosfor (P_{AL} , mg/kg). Așa cum se observă în figura 1.4. tehnologia conservativă concentrează fosforul mobil în stratul superficial (5-10 cm), dar pierderile sunt evidente de la un an la altul, iar distribuția la adâncime este redusă. Tehnologia cu lucrări clasice ale solului prezintă o distribuție mai uniformă și o stabilitate mai mare a fosforului, în special la adâncimea de 25-30 cm. Conținutul foarte mare de fosfor mobil se datorează reacției solului, care în acest caz este slab alcalin, făcându-l greu accesibil plantelor.

Conținutul potasiu mobil (K_{AL} mg/kg). Situația este asemănătoare cu cea a fosforului mobil, dacă în conservativ menține concentrații mari de potasiu la suprafață, acestea scad semnificativ la adâncime și de la un an la altul.

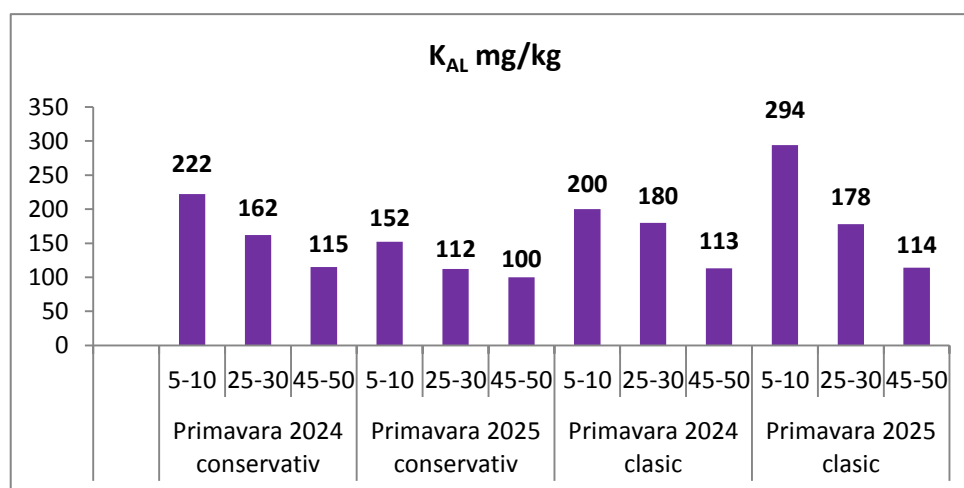


Figura 1.5. Influența lucrărilor solului asupra conținutului de potasiu mobil în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

Tehnologia clasică asigură niveluri ridicate și mai echilibrate între adâncimi, cu un avantaj evident în 2025, când valorile sunt semnificativ mai mari decât în sistemul conservativ.

Însușirile fizice

Densitatea aparentă DA_{wi} (g/cm^3) (figura 1.6.). În câmpul cu lucrări conservative, la prelevarea din primăvara anului 2024, rezultatele ne indică că solul este afânat, dar în primăvara anului 2025 apare o compactare accentuată (solul este slab tasat). În câmpul cu lucrări clasice ale solului, situația este mai echilibrată, dar cu risc de tasare în cea de a doua adâncime (25-30 cm), cu o valoare de $1,49 g/cm^3$, solul este slab tasat.

Rezistența la penetrare RP (Kgf/cm^2). În tehnologia conservativă, la prelevarea din 2024, solul este bine structurat, dar în 2025 apare o compactare excesivă: $79 Kgf/cm^2$. În clasic situația este mai echilibrată, dar apare compactarea la adâncimea de 25-30 cm (figura 1.7.).

Permeabilitatea pentru apă $ksat$ (mm/h). Valorile mari ale permeabilității pentru apă ne indică infiltrare rapidă, favorabilă pentru evitarea bălților, dar pot duce la pierderi de apă și nutrienți prin levigare. În tehnologia strip-till valorile numerice sunt relativ apropiate, cu excepția celor din adâncimea de 25-30 cm ($73,23 mm/h$) și pe adâncimea de 45-50 cm ($112,79 mm/h$); aceste valori reprezintă o viteză foarte mare de infiltrare a apei. La tehnologia clasică valorile sunt

mai constante și mai uniforme, ceea ce indică o viteză de infiltrare pentru apă mai stabile (figura 1.8.).

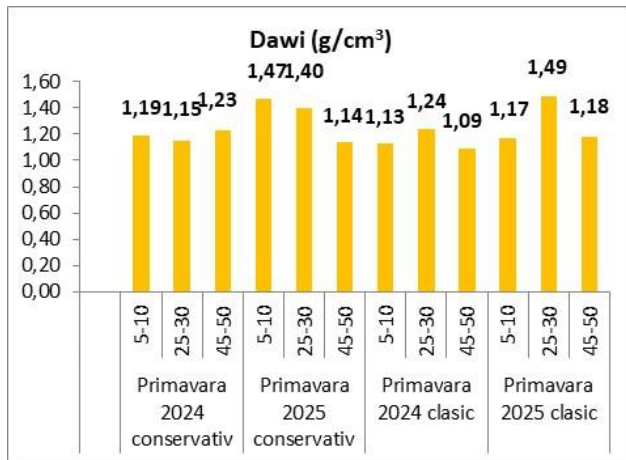


Figura 1.6. Influența lucrărilor solului asupra densității aparente în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

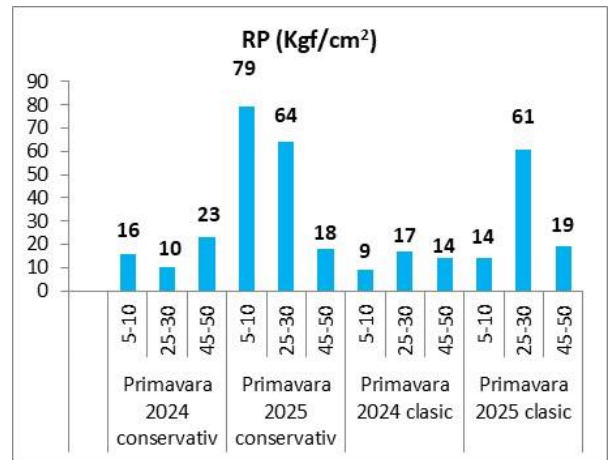


Figura 1.7. Influența lucrărilor solului asupra rezistenței la penetrare în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

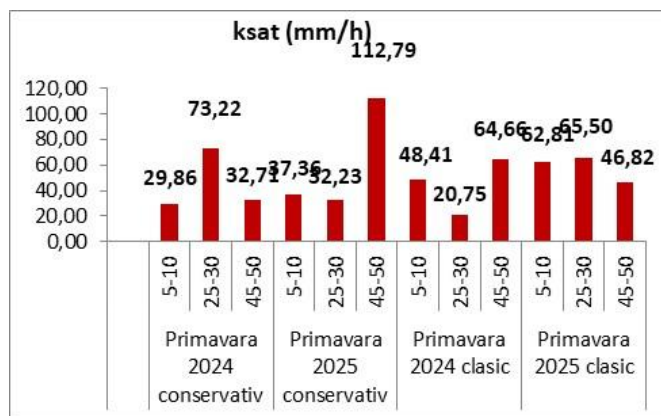


Figura 1.8. Influența lucrărilor solului asupra permeabilității pentru apă în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

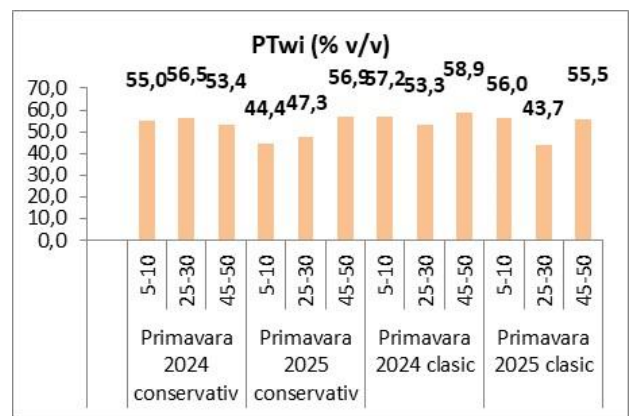


Figura 1.9. Influența lucrărilor solului asupra porozității totale în cadrul U.A.T. Nalbant, județul Tulcea

Porozitatea totală PTwi (% v/v). În cele două câmpuri experimentale din această zonă valorile porozității totale sunt cuprinse între 43,7 (% v/v) și 58,9 (% v/v), valori mijlocii – foarte mari. Așadar, între cele două tehnologii de lucrări ale solului nu există diferențe semnificative.

Putem spune că tehnologia clasică poate fi mai avantajoasă pe termen lung pentru gestionarea resurselor de apă, în timp ce tehnologia conservativă necesită măsuri suplimentare pentru reducerea pierderilor de apă și nutrienți.

Concluzii

În condițiile unității analizate, cu un sol slab alcalin, conținut mijlociu de humus și niveluri reduse – mijlocii de azot total, tehnologia clasică este mai pretabilă, deoarece, asigură o distribuție mai uniformă a nutrienților pe profilul activ al solului; oferă o stabilitate mai mare a fosforului și potasiului, elemente critice în solurile alcaline; permite o furnizare mai echilibrată a azotului pe termen mai lung; reduce riscul de stratificare excesivă a elementelor nutritive în stratul superficial.

Tehnologia conservativă prezintă avantaje punctuale (retenția azotului la suprafață), însă, în condițiile chimice specifice acestui sol, nu optimizează suficient disponibilitatea nutrienților în zona de explorare radiculară, ceea ce limitează eficiența agronomică pe termen mediu.

Pe baza însușirilor fizice analizate, tehnologia clasică se dovedește mai pretabilă în condițiile studiate, deoarece: menține o stare structurală mai stabilă în timp; limitează apariția compactării excesive în stratul superficial; asigură o dinamică mai echilibrată a apei, reducând pierderile prin levigare; oferă condiții mai favorabile pentru dezvoltarea sistemului radicular și utilizarea eficientă a resurselor de apă și nutrienți. Tehnologia conservativă, deși prezintă avantaje inițiale privind afânarea solului și infiltrarea rapidă a apei, manifestă pe termen scurt – mediu tendințe de compactare accentuată și pierderi sporite de apă și nutrienți, ceea ce impune aplicarea unor măsuri suplimentare pentru a deveni sustenabilă în condițiile pedoclimatice analizate.

MULȚUMIRI

Această lucrare de cercetare a fost susținută de Ministerului Cercetării, Inovării și Digitalizării din România, în cadrul Programului de Cercetare NUCLEU, proiectul 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 aridification).

Bibliografie

- Curtea Europeană de Conturi. 2018. *Combaterea deșertificării în UE: o amenințare în creștere care necesită mai multă acțiune*. Raport special nr. 33.
- EUWI+ East. 2020. *Planul de management al bazinului hidrografic Dunărea – România*.
- FAO. 2015. *Status of the World's Soil Resources*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Florea N., Munteanu, I. 1987. *Metodologia de elaborare a studiilor pedologice (MESP) (vol. I–III)*. Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie (ICPA), București, România.
- Florea N., Munteanu I. 2003. *Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS – 2003)*. Editura Estfalia, București.
- Lal R. 2015. *Restoring soil quality to mitigate soil degradation*. Sustainability, 7, 5875-5895.
- Ministerul Mediului. 2019. *Strategia Națională privind Prevenirea și Combaterea Deșertificării și Degradării Terenurilor 2019–2030*. București.
- Prăvălie R. și colab. (2025). *A complex spatial inventory of land degradation and desertification processes in Romania*. Science of the Total Environment.
- Popovici A. și colab. 2019. *Aspecte privind vânturile tari și eroziunea eoliană în Dobrogea*. GeoReview, 9(1).
- IPCC. 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Sixth Assessment Report.
- Șerban C. și colab. 2025a. *Spatiotemporal drought analysis in Dobrogea (2001-2021)*. Water, 17(4), 481.
- Șerban C. și colab. 2025b. *Remote sensing evaluation of drought effects on crops in Dobrogea*. Agriculture, 15(7), 668.
- UNCCD. 2000. *National Strategy and Action Programme to Combat Desertification – Romania*. United Nations.
- UNCCD. 2017. *Global Land Outlook. United Nations Convention to Combat Desertification*.
- Vicente-Serrano S. M. și colab. 2020. *Global drought trends and soil moisture dynamics*. Earth-Science Reviews, 201.