

Impactul diferitelor tehnologii agricole asupra conținutului de fosfor mobil din sol în condițiile pedoclimatice de la SCDA Teleorman

Lavinia Burtan¹, Manuel Coronado², Sorina Cernat³

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

² Quality Crops Agro S.R.L.

³ Universitatea Valahia, Facultatea de Științe și Inginerie, Alexandria, Teleorman

Autor corespondent: lavinia.burtan@icpa.ro

Rezumat

A fost realizată o experiență în câmp la SCDA Teleorman, pe un material de sol de tip Faeoziom cambic baticaric (moderat levigat), foarte puternic profund, lut argilos/lut argilos, format pe depozite lutoargiloase loessoide carbonatice cu substrat din depozite argilomarnoase, villafranchiniene, arabil tasat. Analizele și determinările au fost efectuate conform metodologiei și standardelor actuale (SRTS, 2003; MESP, vol. I-III, 1987) (Florea și colab., 1987, 2012). Solul are o reacție slab acidă (pH 6,33-6,57); gradul de saturație în baze (V%) are valori de 88,6-90,6%, încadrându-se în domeniul eubazic; conținutul de humus este mijlociu (3,66-4,08%); asigurarea cu azot total (Nt%) este mijlocie cu valori de 0,163-0,187%; asigurarea cu fosfor mobil (P_{AL} , mg/kg) este mică – foarte mică cu valori de 8-15 mg/kg; asigurarea cu potasiu mobil (K_{AL} , mg/kg) este mijlocie – mare, cu valori de 160-212 mg/kg; textura solului este lut argilos mediu. Conținutul de fosfor mobil a înregistrat cele mai mari valori în partea superioară a stratului de sol în varianta tehnologică unde toate operațiile agrotehnice au fost realizate la o singură trecere. Valoarea medie a conținutului de fosfor mobil (P_{AL} , mg/kg) pe adâncimea de 10-30 cm a fost de 24,30 mg/kg în no-till și 26,89 mg/kg în sistemul clasic, fiind încadrat la un conținut mijlociu. Pe adâncimea de 30-50 cm, conținutul de fosfor mobil a scăzut ajungând la valori de 6,30-7,60 mg/kg, fiind considerat un conținut foarte mic în ambele sisteme de lucrări ale solului.

Cuvinte cheie: conservarea solului, no-till, fosfor mobil

Introducere

Agricultura modernă, intensivă, de mare productivitate, exercită asupra solului solicitări însemnate iar o cunoaștere insuficientă a modului în care solul reacționează la astfel de solicitări sporite poate avea consecințe negative, manifestate prin procese de degradare și de distrugere a capacității lui de producție (Hamza și colab., 2005; Guș, 2003). Influența sistemului de lucrare asupra proprietăților solului reprezintă indicatori importanți pentru conservarea fertilității solului și evaluarea sustenabilității sistemului agricol (Guș, 1997; Rusu, 2001; Mark și colab., 2004; Jităreanu și colab., 2006; Almagro, 2017; Biddoccu și colab., 2017; Martínez-Mena și colab., 2020, 2021). Lucrările solului, pe lângă efectele inedite și directe, benefice în cadrul tehnologiilor de cultivare a plantelor, induc în sol și efecte remanente de durată, care acționează asupra proprietăților fizice și fizico-mecanice, chimice și biologice ale solului, modificându-le (Canarache, 1978, 1986; Nedeff, 1995; Pintilie și colab., 1979; Dick, 1992; Dexter, 2004; Munkholm, 2005).

No-till (NT) este o practică de management agricol care reduce perturbarea fizică a solului ce ar putea afecta habitatul pentru organisme (Burtan și colab., 2016; 2023). No-till poate modifica umiditatea solului și a regimurilor de temperatură (McConkey și colab., 1996), agregare, ciclul nutrienților (Cookson și colab., 2008; Triplett, 2008) și, în cele din urmă, de creștere a plantelor (Helgason și colab., 2010). O consecință a utilizării sistemului minim de lucrare o constituie creșterea conținutului de elemente nutritive în stratul de sol de la suprafață, datorită aplicării

superficiale a îngrășămintelor chimice și organice precum și a descompunerii resturilor vegetale lăsate la suprafața solului (Jităreanu și colab., 2020). În solul lucrat prin sistemul de lucrări minime crește conținutul de carbon organic din stratul superficial (0-3 cm) și, în consecință, crește și raportul C/N. Acest fenomen se datorează, în principal, resturilor organice lăsate la suprafața solului și scăderii activității biologice, prin reducerea numărului și adâncimii lucrărilor (Dick, 1992; Blevins, 1991). La aplicarea lucrării zero a solului, conținutul de fosfor și potasiu în sol crește, ceea ce permite reducerea dozelor de fertilizanți aplicați (Hurmuzachi și colab., 2020).

Material și metodă

Pe o suprafață de 4 ha situată în Drăgănești Vlașca, județul Teleorman, au fost analizate pe de o parte potențialul agricol și edafic al zonei, iar pe de alta consecințele negative determinate de aplicarea de-a lungul anilor a tehnologiei agricole convenționale.

Pregătirea terenului în sistem clasic s-a efectuat prin arătură la o adâncime de 18-20 cm, lucrările agrotehnice au fost efectuate prin lucrări de discuire, realizate cu Tractor CASE 7240, lucrări cu combinatorul și semănat. În sistem conservativ, pregătirea terenului s-a efectuat printr-o singură trecere a semănătorii modelul Fabimag FG-0163A175 direct în miriște,, lucrând în agregat cu tractorul John Deere 8360 R. Au fost aplicate îngrășăminte complexe: 20:20:0 în doză de 200 kg/ha în toamnă și nitrocalcar în doză de 200 kg/ha aplicat în primăvară. Materialul de sol a fost de tip Faeoziom cambic baticalcaric (moderat levigat), foarte puternic profund, lut argilos/lut argilos, format pe depozite lutoargiloase loessoide carbonatice cu substrat din depozite argilomarnoase, villafranchiniene, arabil tasat. Analizele și determinările au fost efectuate conform metodologiei și standardelor actuale (SRTS, 2003; MESP, vol. I-III, 1987) (Florea et al., 1987, 2012). Solul are o reacție slab acidă (pH 6,33-6,57); gradul de saturație în baze (V%) are valori de 88,6-90,6%, încadrându-se în domeniul eubazic; conținutul de humus este mijlociu (3,66-4,08%); asigurarea cu azot total (Nt%) este mijlocie, cu valori de 0,163-0,187%; asigurarea cu fosfor mobil (P_{AL} , mg/kg) este mică – foarte mică, cu valori de 8-15 mg/kg; asigurarea cu potasiu mobil (K_{AL} , mg/kg) este mijlocie – mare, cu valori de 160-212 mg/kg; textura solului este lut argilos mediu.

Rezultate și discuții

Din punct de vedere fizico-geografic teritoriul studiat este situat în Câmpia Teleormanului, subunitatea Găvanu-Burdea. Aspectul general al reliefului este acela de câmpie relativ plană. Văile care străbat în direcția S-SE se succed cu regularitate, separând interfluvii paralele și oarecum simetrice. Câmpia este străbătută de numeroase crovuri, în special în partea de sud.

Din punct de vedere climatic, se caracterizează printr-un potențial radiativ ridicat, ceea ce face ca temperatura medie anuală să oscileze în jurul valorii de 10°C, încadrându-se, conform MESP 1987, la o temperatură medie anuală foarte ridicată. Precipitațiile medii anuale însumează 503,1 mm la Drăgănești Vlașca, încadrându-se la precipitații anuale submijlocii. În ceea ce privește vegetația, pe suprafețe mai reduse se păstrează păduri de cer (*Quercus cerris*), gârniță (*Quercus frainetto*), stejar pufos (*Quercus pubescens*), stejar brumăriu (*Quercus pedunculiflora*) și plantații de salcâm.

Vegetația naturală este reprezentată de pajiști secundare degradate de: *Festuca valesiaca*, *Poa angustifolia*, *Polygonum convolvulus*, *Euphorbia virgata*, *Botriochloa ischaemum*, *Poa bulbosa*, *Cynodon dactylon*. Nivelul hidrostatic al apei freactice este situat la adâncime mai mare de 5 m, neinfluențând profilul de sol prin procesul de gleizare. Pe suprafețele cvasiorizontale, de unde au fost recoltate probele de sol, cu toate că solurile au textură lutoargiloasă mijlociu fină, fiind bine drenate, apa din precipitații nu stagnează la suprafața solului neinfluențând solul prin procesul de stagnogleizare.

Conținutul de fosfor mobil a înregistrat cele mai mari valori în partea superioară a stratului de sol în varianta tehnologică unde toate operațiile agrotehnice au fost realizate la o singură trecere.

Acumularea fosforului în straturile superficiale a fost determinată de mobilizarea mai redusă a solului, dar reducerea capacității și îmbunătățirea permeabilității pe termen lung poate îmbunătăți și distribuția sa în profilul de sol.

Conținutul de fosfor mobil în cele 54 de luni de experimentare, a prezentat valori numerice mai mari în sistemul conservativ, cu o valoare de 47,29 mg/kg comparativ cu sistemul conventional – 39,77 mg/kg pe adâncimea de 0-10 cm, evidențiind un sol bine aprovizionat (figura 1).

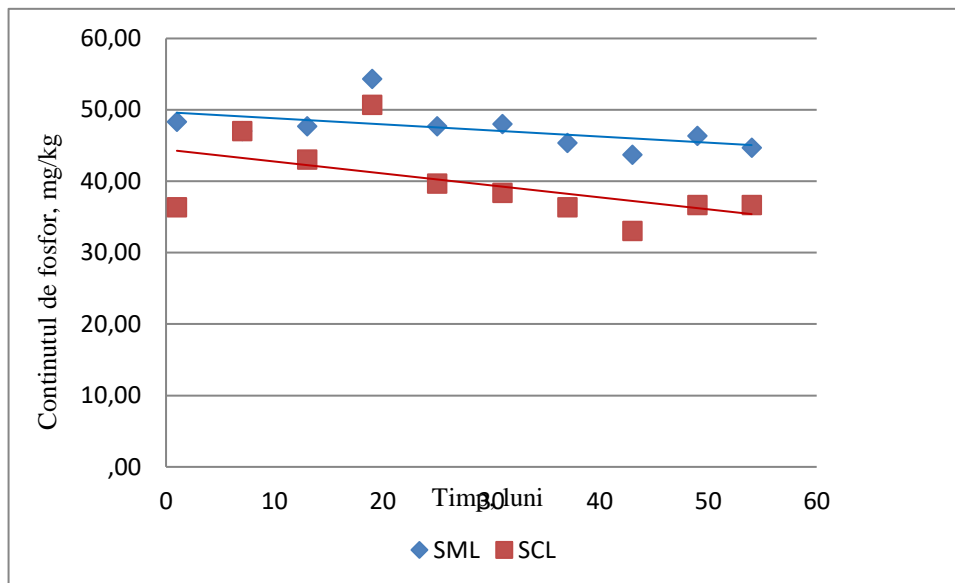


Figura 1. Evoluția conținutului de fosfor (mg/kg) în funcție de tehnologie, adâncimea de 0-10 cm

În condițiile pedoclimatice ale teritoriului s-a constatat că practicarea sistemelor neconvenționale de lucrări ale solului a contribuit în cea mai mare măsură la conservarea structurii, proprietate deosebit de importantă pentru fertilitatea și conservarea solului precum și creșterea conținutului de humus.

Fosforul este un element foarte greu solubil în soluția solului și se află în majoritate în compuși minerali și în humus. Lal (1994) citează datele care demonstrează că sistemul minim de lucrări favorizează creșterea cantității de fosfor asimilabil. De exemplu, la un sol argilo-calcaros, din Zona de Centură a porumbului S.U.A., în stratul 0-8 cm, s-a determinat valoarea de 150 mg/kg în sistemul fără lucrări și numai 50 mg/kg în solul arat cu plugul. Fenomenul se datorează faptului că o concentrație mai mare de fosfor, în stratul de sol de la suprafață, conduce la diminuarea capacității de tamponare a solului pentru schimbările de fosfor organic solubil și ca urmare crește concentrația acestuia. Pentru redistribuirea fosforului în stratul arabil, se recomandă ca o dată la 3-5 ani să se execute o lucrare, de preferat cu cizelul.

Conținutul solului în fosfor (figurile 2 și 3) și potasiu mobil se modifică în mod semnificativ sub influența sistemului de lucrare a solului în sensul că fertilizantii administrați sunt localizați la adâncimi diferite. Astfel, lucrarea cu grapa rotativă localizează cantități mari de fosfor mobil în primii 10 cm de sol lucrat, iar paraplow și cizelul fac același lucru cu mențiunea că fosforul ajunge în cantități practic egale cu lucrarea clasică cu plugul, la adâncimea de 10-20 cm. Intensitatea aerației și desimea mai mare a plantelor motivează conținuturile mai mici de fosfor mobil în varianta lucrată cu plugul clasic (Guș și colab. 2011).

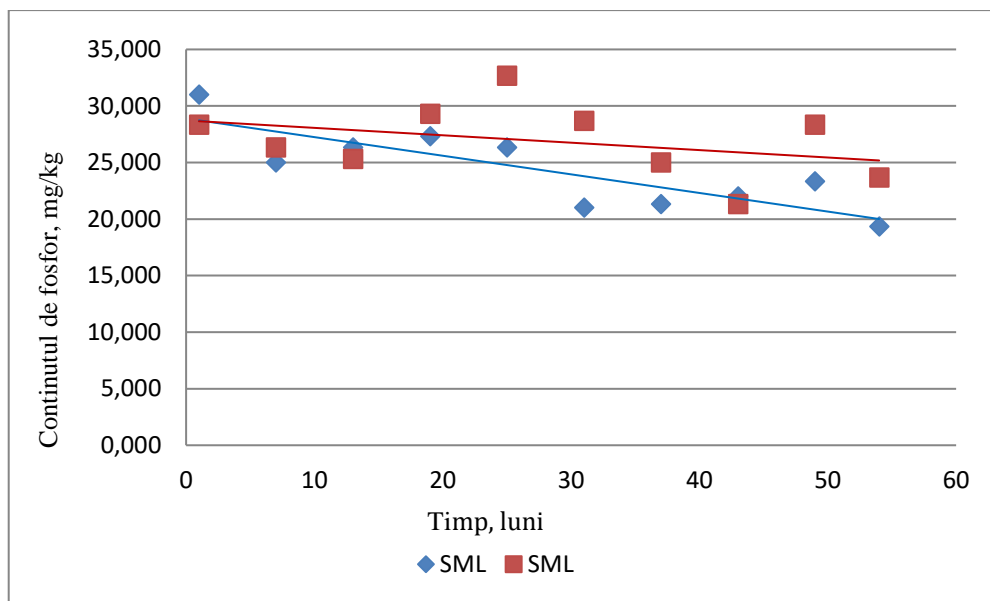


Figura 2. Evoluția conținutului de fosfor (mg/kg) în funcție de tehnologie, adâncimea 0-30 cm

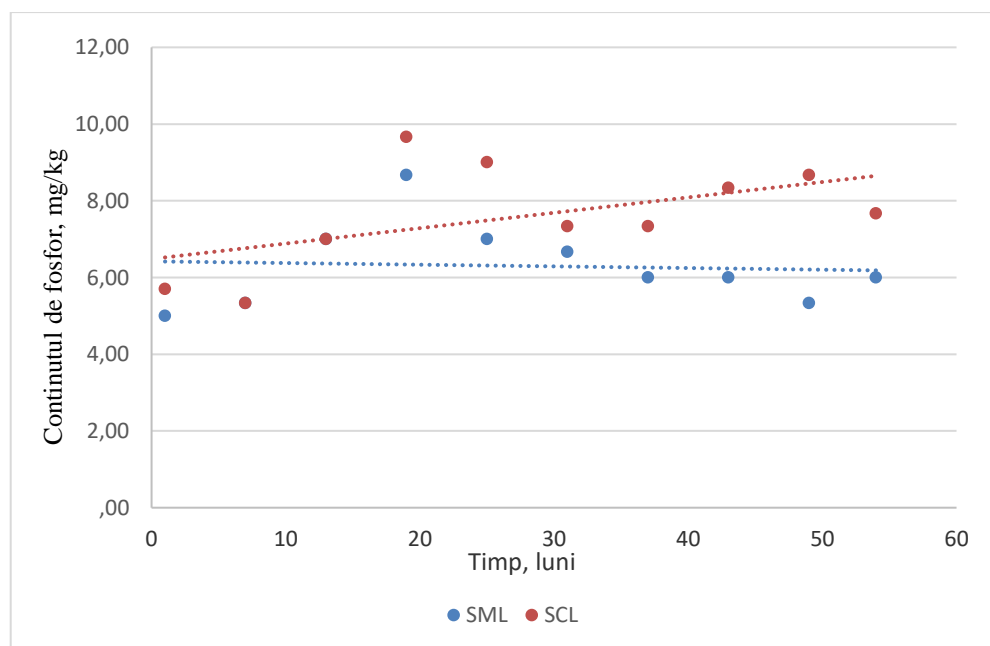


Figura 3. Evoluția conținutului de fosfor (mg/kg) în funcție de tehnologie, adâncimea 30-50 cm

Se observă în Figura 4 că valoarea medie a conținutului de fosfor mobil în toată perioada de testare a înregistrat valori mai mari pe adâncimea de 0-10 cm în sistemul minim de lucrări ale solului.

Modificările induse de sistemele de lucrare sunt adesea influențate și de schimbările culturilor în rotație, climă sau de alți factori care pot și ei afecta proprietățile solului (Carpenter-Boggs și colab., 2003). Dick (1992) sugerează că prin diversificarea culturilor din cadrul rotației se poate influența într-o măsură mai mare activitatea microbiologică a solului decât prin lucrarea de bază, mai ales atunci când diversitatea de specii cultivate este redusă. Pentru că în sistemele reale regimul solului și al lucrărilor este asociat cu vegetația prezentă și istoricul solului, aceste efecte pot fi net și pe deplin separate.

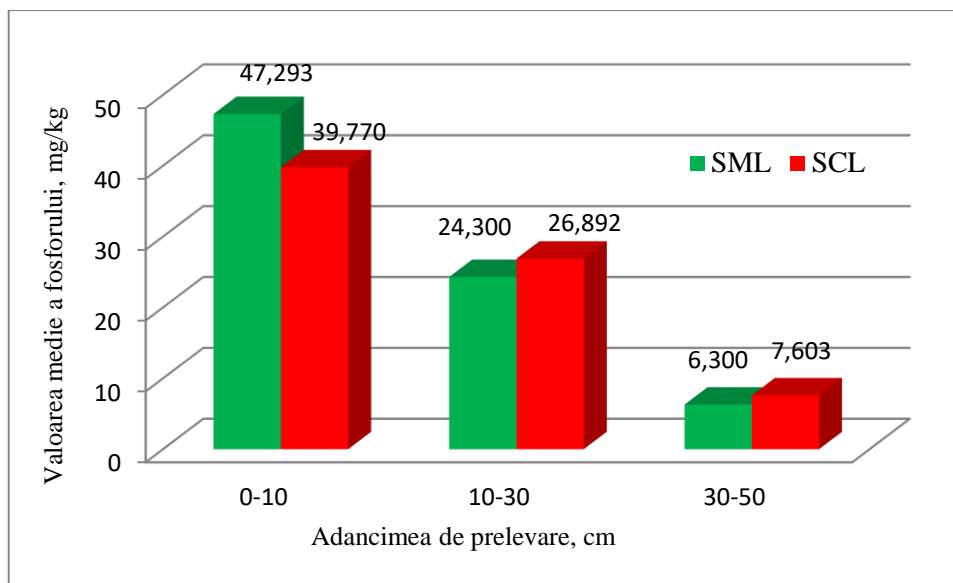


Figura 4. Evoluția conținutului de fosfor (mg/kg) în funcție de adâncime și tehnologie

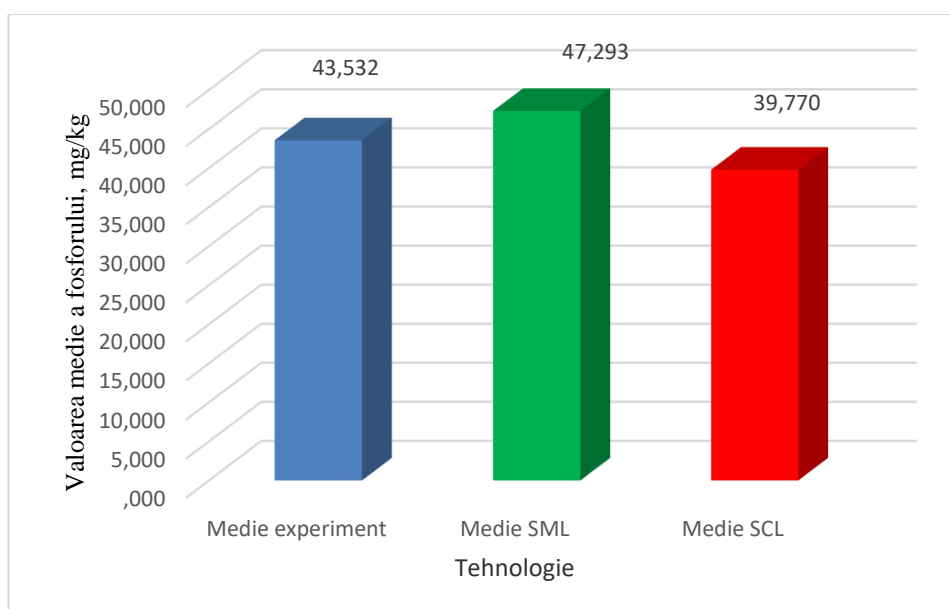


Figura 5. Evoluția conținutului de fosfor (mg/kg) în funcție de tehnologie, adâncimea 0-10 cm

Valoarea medie a conținutului de fosfor mobil (P_{AL} , mg/kg) pe adâncimea de 10-30 cm a fost de 24,30 mg/kg în sistemul minim de lucrări și 26,89 mg/kg în sistemul clasic, fiind încadrat la un conținut mijlociu. Pe adâncimea de 30-50 cm, conținutul de fosfor mobil a scăzut, ajungând la valori de 6,30-7,60 mg/kg, fiind considerat un conținut foarte mic în ambele sisteme de lucrări ale solului.

Proprietățile chimice în stratul de la suprafața solului sunt mai favorabile, deci au o evoluție mai bună în sistemele reduse de lucrări decât în cele convenționale (Jaiyeoba, 2003; De Maria și colab., 1999; Jităreanu și colab., 2007; Raus și colab., 2006; Guș și colab., 2007; Ailincăi și colab., 2004). Totodată, intensitatea de lucrare a solului induce evoluții diferite ale proprietăților chimice ale acestuia, în funcție de tipul de sol, climă, culturile din cadrul rotației.

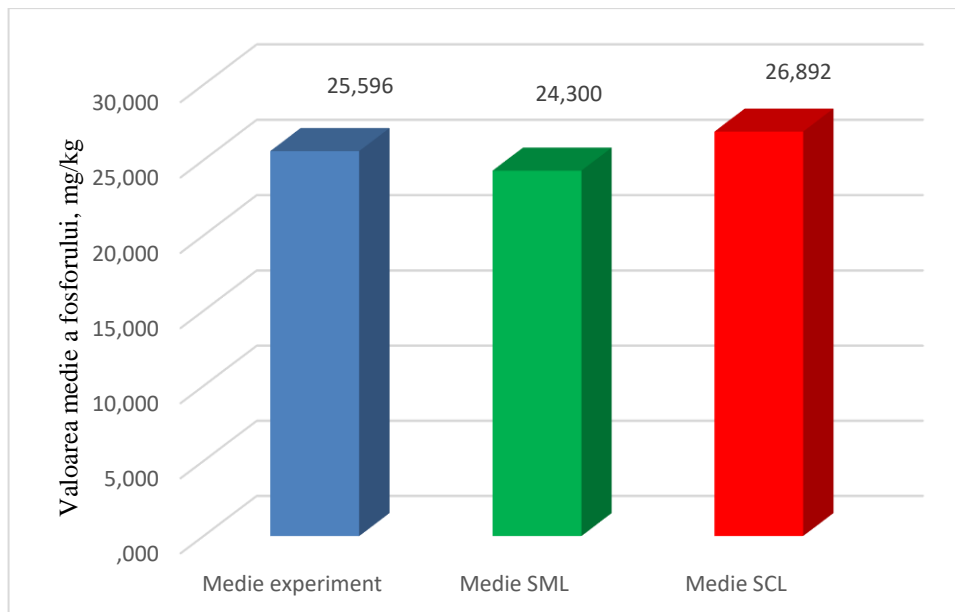


Figura 6. Evoluția conținutului de fosfor (mg/kg) în funcție de tehnologie, adâncimea 10-30 cm

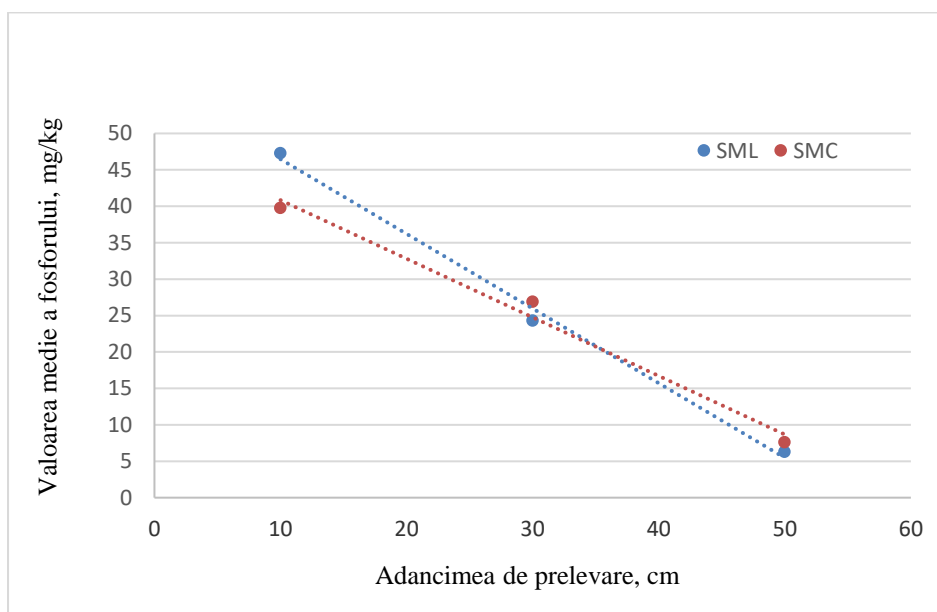


Figura 7. Evoluția conținutului de fosfor (mg/kg) în funcție de adâncime și tehnologie în 54 luni

Prin reducerea intensității și adâncimii de mobilizare a solului se poate îmbunătăți starea de agregare a solului și prin aceasta se reduc pierderile de C organic care rezultă din reziduurile plantelor cultivate mai ales în straturile superioare (0-5-10 cm) ca rezultat al reducerii descompunerii C organic datorită mediului mai puțin aerat și protecției mai bune a acestuia în agregatele de sol (Carter, 2005; Mc Conkey și colab., 2003; Lal, 1997; Anken, 2004; Sisti și colab., 2004; Jackson și colab., 2004).

Concluzii

Testarea și aplicarea unor tehnologii de agricultură conservativă ar putea contribui, pe termen lung, la ameliorarea și prevenirea intensificării proceselor fizice specifice degradării solurilor cu textură mijlociu fină lutoargiloasă prin compactare, crăpare și exces de apă.

Variantele tehnologice cu cel mai redus trafic la suprafață pot fi considerate că au cel mai redus impact direct asupra degradării agregatelor structurale de sol, astfel că și din acest punct de vedere pot fi considerate ca metode ameliorative și conservative.

Valoarea medie a conținutului de fosfor mobil (P_{AL} , mg/kg) pe adâncimea de 10-30 cm a fost de 24,30 mg/kg în sistemul minim de lucrări și 26,89 mg/kg în sistemul clasic, fiind încadrat la un conținut mijlociu. Pe adâncimea de 30-50 cm, conținutul de fosfor mobil a scăzut ajungând la valori de 6,30-7,60 mg/kg, fiind considerat un conținut foarte mic în ambele sisteme de lucrări ale solului.

Tehnologiile conservative modifică proprietățile chimice cu deosebire prin creșterea concentrației diferitelor elemente nutritive în apropiere de suprafață. Aceasta se produce atunci când fertilizarea minerală și organică este aplicată la suprafață fără încorporare în sol și când resturile vegetale se descompun tot la suprafață. Acumularea mai mare a materiei organice și mișcarea soluțiilor pe astfel de soluri, sub no-till, ar putea fi benefică pentru condiția fizică și chimică a solului și productivitatea plantelor pe termen lung, în timp ce concentrarea nutrienților ca P și K în straturile de la suprafață poate reduce accesibilitatea lor pentru plante.

Sistemul no-till acționează ca un bazin pentru stocarea de CO_2 și agricultura conservativă aplicată la scară globală ar putea contribui în mod semnificativ la controlul poluării aerului în general și a încălzirii globale în special.

MULȚUMIRI

Lucrarea fost realizată în cadrul Contratului de cercetare nr. 24/2014/2019 „*Analiza și evaluarea semănatului direct ca metodă de cultivare îmbunătățită, comparativ cu cele actuale în condiții pedoclimatice în România*” încheiat cu SC Quality Crops Agro S.R.L.

Bibliografie

- Ailincăi C., Jităreanu G., Ailincăi Despina, Zban Maria. *Evoluția principalelor însușiri fizice și chimice ale solului sub influența sistemului de lucrare și a fertilizării*. 2004. Lucrări științifice – vol. 47, seria Agronomie, Iași.
- Almagro M., Garcia-Franco N., Martínez-Mena M. *The potential of reducing tillage frequency and incorporating plant residues as a strategy for climate change mitigation in semiarid Mediterranean agroecosystems*. 2017. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2017, 246, 210–220.
- Biddoccu M., Ferraris S., Pitacco A., Cavallo E. *Temporal variability of soil management effects on soil hydrological properties, runoff and erosion at the field scale in a hillslope vineyard, North-West Italy*. 2017. *Soil Tillage Res.* 2017, 165, 46-58.
- Blevins R. L. *The relationship between soil properties and no-tillage agriculture*. 1991. Soil Science News&Views-Cooperative Extension Service, University of Kentucky, College of Agriculture, Department of Agronomy, Vol. 12 (2).
- Burtan L., Coronado M., Vrînceanu A. *Sisteme minime de lucrări ale solului*. 2016. Ed. Estafalia București.
- Burtan Lavinia, Coronado Manuel, Sîrbu Carmen, Ciornei Laurențiu, Todirică Ioana Claudia, Străteanu Amalia Gianina, Popa Mihaela. *Various soil quality parameters and humus content evolution in conventional and minimum tillage systems*. 2023. Nardi Fundulea, Romania. *Romanian Agricultural Research*, No. 40, 2023. Online: DN 2067-5720.
- Carter M.R. *Long-term tillage effects on cool-season soybean in rotation with barley, soil properties and carbon and nitrogen storage for fine sandy loams in the humid climate of Atlantic Canada*. 2005. *Soil and Tillage Research*, vol. 81, issue 1, 109-120.

- Canarache A., Dumitru Elisabeta. *Cu privire la influența direct și remanentă a lucrării solului asupra însușirilor fizice ale solului*. 1986. Probl. Agrofit. Teoret și Aplic., vol. 8, 1986, nr. 3: 195-208.
- Canarache, A. *Un indice pentru exprimarea sintetică a stării fizice a solului*. 1978. Știința Solului, Noutăți, 1: 33-43.
- Cookson W. R., Murphy D. V., Roper M. M. *Characterizing the relationships between soil organic matter components and microbial function and composition along a tillage disturbance gradient*. 2008. Soil Biology and Biochemistry Vol. 40, 763-777.
- Dexter A. R. *Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth*. 2004. Geoderma. Vol. 120, Issues 3-4, June 2004, 201-214.
- Dick W. A. *A review: long term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters*. 1992. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 40, Issues 1-4.
- Florea N., Bălăceanu V., Răuță C., Canarache A. *Metodologia elaborării studiilor pedologice*. 1987. Institutul de Cercetare pentru Pedologie și Agrochimie, București.
- Florea N., Munteanu I., Rusu C. *Sistemul român de taxonomie a solurilor – SRTS*. Ediția 2012. Ed. Sitech, Craiova.
- Guș P., Rusu T. *Sistemele neconvenționale de lucrare a solului, alternative agrotehnice și economice pentru agricultura durabilă*. În: Sisteme de lucrări minime ale solului. 2011. Al 6-lea simpozion cu participare internațională. 27-29 iunie 2011, Cluj-Napoca.
- Guș P., Rusu T., Ileana Bogdan. *Sisteme convenționale și neconvenționale de lucrare a solului*. 2003. Editura Risoprint, Cluj Napoca, 204.
- Gus, P. *The influence of Soil Tillage on yield and on some soil characteristics*. 1997. From "Alternatives in Soil Tillage", Symposium, Cluj-Napoca, volume 2, 151-155.
- Hamza M. A., Anderson W. K. *Soil Compaction in Cropping Systems. A Review of the Nature, Causes and Possible Solutions*. 2005. Soil & Tillage Research, 82, 121-145.
- Helgason B. L., Walley F. L. Germida J. J. *Long-term no-till management affects microbial biomass but not community composition in Canadian prairie agroecosystems*. 2010. Soil Biology & Biochemistry Vol. 42. 2192-2202.
- Hurmuzachi I. *Agricultura Conservativă: Manual pentru producători agricoli și formatori*. 2020. Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor IFAD. Chișinău: S.n., Ed. Print-Caro.
- Jaiyeoba I. A. *Changes in soil properties due to continuous cultivation in Nigerian semiarid Savannah*. 2003. Soil and Tillage Research, vol. 70, issue 1, 91-98.
- Jităreanu Gerard, Ailincăi Costică, Alda Simion, Bogdan Ileana, Ciontu Costică, Manea Dan, Penescu Aurelian, Rurac Mihai, Rusu Teodor, Țopa Denis, Moraru Paula Ioana, Pop Adrian Ioan, Dobre Marian, Calistru Anca-Elena. *Tratat de Agrotehnică*. 2020. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
- Jităreanu G., Ailincăi C., Bucur D.. *Influence of Tillage Systems on Soil Physical and Chemical Characteristics and Yield in Soybean and Maize Grown in the Moldavian Plain (North – Eastern Romania)*. 2006. In Soil Management for Sustainability, IUSS, Catena Verlag, Germany, 370-379.
- Kladivco E. *Tillage systems and soil ecology*. 2001. Soil Till Res. 6: 61-76.
- Lal R.. *Long-term tillage and maize monoculture effects on a tropical alfisol in Western Nigeria. II. Soil chemical properties*. 1997. Soil and Tillage Research, 42(3): 161-174.
- Licht Mark A., Al-Kaisi Mahdi. *Strip-tillage effect seedbed soil temperature and other soil physical properties*. 2004. Soil and Tillage Research, volume 80, Issues 1-2, 233-249.
- Martínez-Mena M., Carrillo-López E., Boix-Fayos C., Almagro M., Franco N. G., Díaz-Pereira E., Montoya I., de Vente J. *Long-term effectiveness of sustainable land management practices to control runoff, soil*

erosion, and nutrient loss and the role of rainfall intensity in Mediterranean rainfed agroecosystems. 2020. *Catena*, 187, 104352.

Martínez-Mena María, Boix-Fayos Carolina, Carrillo-López Efrain, Díaz-Pereira Elvira, Zornoza Raúl, Sánchez-Navarro Virginia, Acosta Jose A., Martínez-Martínez Silvia, Almagro María. *Short-term impact of crop diversification on soil carbon fluxes and balance in rainfed and irrigated woody cropping systems under semiarid Mediterranean conditions*. 2021. *Plant Soil* (2022) 467:499–514.

McConkey B. G., Campbell C. A., Zentner R. P., Dyck F. B., Selles F. *Long term tillage effects on spring wheat production on three soil textures in the Brown soil zone*. 1996. *Can. J. Plant. Sci.* 76, 747-756, ISSN: 0008-4271.

Munkholm L. J. Per Schjøning , Martin H. Jørgensen, Kristian Thorup-Kristensen. *Mitigation of subsoil recompaction by light traffic and on-land ploughing: II. Root and yield response*. 2005. *Soil and Tillage Research*. Vol. 80, Issues 1–2, January 2005, 159-170.

Nedeff V., Sin Gheorghe, Băișan Ion. *Procese de lucru și consumuri de energie la lucrările solului*. 1997. Editura Agris - Redacția revistelor agricole, București.

Pintilie C. *Lucrările minime ale solului și perspectiva lor în România*. 1979. Probleme de Agrofitotehnie teoretică și aplicată. Vol I nr. 4.

Rusu T. *The influence of Minimum Soil Tillage upon the soil, yield and efficiency*. 2001. PhD Thesis, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca.

Triplett G. B., Dick W. A. *No-tillage crop production: a revolution in agriculture*. 2008. *Agronomy Journal* Vol. 100, S153-S165.

SRTS Romanian System of Soil Taxonomy. 2003. Ed. Estfalia, Bucharest.

WRB-SR. World Reference Base for Soil Resources. 1998. World Soil Resources Report 84. ISSS, ISRIC.