

INFLUENȚA SISTEMELOR DE LUCRARE A SOLULUI ASUPRA ÎNSUȘIRILOR ACESTUIA, LA S.C.D.A. TURDA

THE INFLUENCE OF SOIL TILLAGE SYSTEMS ON SOIL CHARACTERISTICS AT ARDS TURDA

FELICIA CHEȚAN^{1,2}, TEODOR RUSU², CORNEL CHEȚAN^{1,2}, ALINA ȘIMON^{1,2}

Abstract

By 40 years ago or so, the main agriculture practice in Romania was plowing as a basic soil work. This tillage system proved to come with important negative effects as affecting soil quality and subsequently the plant development. Additionally, greater losses of water, lower mineralization of plant debris, hardpan installment and capillarity continuity breaking were also recorded; also plowing on slopes on the line of greatest slope favors soil erosion. So, by adopting minimum tillage systems under typical conditions of ARDS Turda should reduce the soil erosion; improve soil water retention, soil fertility, and subsequently contributing to the environment protection. The results of this research show an increase of soil pH variations when minimum tillage and no-tillage are applied, and also a humus content increase, especially when no-tillage is applied. The stratification of phosphorus and potassium on the first 20 cm minimum was also busted.

Cuvinte cheie: sisteme de lucrare a solului, rotație, fertilitate, compactare, condiții climatice.

Key words: tillage systems, crop rotation, soil fertility, soil compaction, climatic conditions.

INTRODUCERE

Încă de la mijlocul secolului trecut cercetările din domeniul agricol au pus bazele științifice ale unor sisteme alternative la sistemul tradițional de lucrare a solului bazat pe arătura cu plugul cu cormană. Reținerea resturilor vegetale, provenite de la cultura premergătoare, pe cel puțin 30% din suprafața solului este considerată limita inferioară de clasificare a sistemelor de lucrare pentru conservarea solului. Acest termen este atribuit semănatului direct (no tillage) și lucrărilor reduse (minimum tillage), care au obiectivul comun de conservarea solului. Ca urmare a acestor lucrări, solul este mai bine protejat de eroziunea la suprafață, agregatele solului sunt mai stabile, materia organică, nivelul de fertilitate și biodiversitatea cresc iar compactarea solului, scurgerile de suprafață, contaminarea și emisiile de CO₂ se reduc (Phillips, 1984). Yule (1984) și Ungher și Cassel (1991) au raportat o mai bună păstrare a apei în solurile unde, în perioadele secetoase, s-au aplicat lucrări reduse. Phillips (1984) consideră că acest fapt se datorează reducerii temperaturii, cu până la 6°C, în stratul superficial ca urmare a

¹ Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Turda, județul Cluj. E-mail: felice_fely@yahoo.com

² Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca. E-mail: rusuteodor23@yahoo.com

capacității termoregulatorie și a gradului ridicat de reflexie a razelor solare a resturilor vegetale reținute pe suprafața solului.

Reacția solului, concentrația în ioni de hidrogen (Carter, 1994) se modifică în funcție de sistemul de agricultură, tipul și cantitatea de fertilizanți (Ștefănescu și colab., 2007) și amendamente, intensitatea lucrărilor etc.

Dick (1994) a determinat, după aplicarea pe parcursul a mai multor ani a sistemelor minime de lucrarea solului și a îngrășămintelor minerale, că pH-ul se reduce cu 1,5 unități în orizontul de sol 0-8 cm și cu 0,5 unități în orizontul 8-15 cm. În Brazilia, Calegari și Alexander (1998) au raportat că după 9 ani de aplicare sistemul no-tillage, pe un sol cu 75% argilă, 13% praf și 12% nisip, un conținut mai mare al solului în fosfor, carbon și siliciu pe adâncimea de 0-5 cm și valori egale la potasiu și magneziu cu sistemul convențional. Pe adâncimea de 5-15 cm, conținutul în fosfor și calciu este mai mic în sistemul no-tillage și nu sunt diferențe semnificative la magneziu și potasiu, dar se constată scăderea pH-ului și dublarea cantității de ioni de Al și H.

În urma cercetărilor efectuate în țara noastră (Sin, 1979; Guș, 1997; Lăzureanu și colab., 1997) s-a concluzionat necesitatea renunțării la arătură (întoarcerea brazdei) și înlocuirea acesteia cu lucrări superficiale executate cu cizelul, grapa cu discuri, grapa rotativă (Chețan și colab., 2013, 2014), cu efecte benefice asupra însușirilor solului și eficientizarea economică. Nu se recomandă a se renunța total la arătură, această lucrare urmând să se realizeze periodic, de regulă la 3-5 ani. Eroziunea se manifestă cel mai puternic pe terenurile în pantă. Apa din precipitații, mai ales cea din ploile torențiale de vară, ca urmare a impactului cu solul neprotejat de resturi vegetale, determină bătătorirea acestuia și mărunțirea agregatelor de sol. O parte din apă se infiltrează în sol, o mică parte se evaporă, dar cea mai mare parte se scurge spre aval, sub forma scurgerilor de suprafață (Berca, 2006).

Pe terenurile arabile puternic erodate, conținutul de humus scade cu 60-80%, iar producția obținută pe astfel de terenuri este cu 40-60% mai mică la cereale păioase și cu 70% la porumb și la alte culturi prășitoare (Gălățeanu și Vrânceanu, 1966; Ghereș, 2007; Ghidra și Zaharia, 2002; Ghidra, 2004). În experiențele de lungă durată de la Fundulea (Picu și colab., 1979), după o perioadă de 13 ani, în urma analizelor cantitative privind conținutul de humus și raportul între acizii humici/fulvici, s-au constatat modificări semnificative: la lucrarea cu discul conținutul în carbon total s-a menținut la valoarea inițială, la arătură (adâncime 20-30 cm) se reduce cu 0,2-0,3% carbon total.

Rezistența la penetrare este unul din principalii indicatori care caracterizează (mecanic) starea de așezare a solurilor. Această determinare, măsurare a compactării solului, prezintă o deosebită importanță referitoare la studiul dezvoltării sistemului radicular al plantelor și posibilitatea pătrunderii în sol, valorile sub 300 PSI (2000 kPa) nu influențează negativ pătrunderea rădăcinilor în sol iar la valori mai mari de 400-500 PSI (2700-3400 kPa) pătrunderea rădăcinilor în sol este aproape nulă (Rusu și colab., 2012).

În zona Câmpiei Transilvaniei, fondul termic la nivelul său de temperatură joasă și cu mari variații temporale și orografia deluroasă a terenului impun restricții privind structura

culturilor și sistema de mașini care să asigure mecanizarea lucrărilor pe pantă (Rusu și colab., 2007, 2014; Chețan și colab., 2011, 2013, 2014).

Lucrarea are ca scop prezentarea cercetărilor realizate la S.C.D.A. Turda, în perioada 2005-2014, privind influența a trei sisteme de lucrare a solului: conventional cu arătură, minimum tillage și no tillage, într-un asolament de 3 ani, în rotația soia – grâu – porumb și include alte variante experimentale cu măsuri tehnologice, respectiv, fertilizare și tratamente.

MATERIAL ȘI METODĂ

Experiența de tip trifactorial, organizată după metoda parcelelor subdivizate, în trei repetiții, a fost realizată pe un sol de tip faeoziom vertic, cu o textură luto-argiloasă sau chiar argilo-lutoasă, cu un pH neutru sau slab alcalin, cu o aprovizionare mijlocie-bună și chiar foarte bună cu fosfor mobil și foarte bună cu potasiu mobil și cu un conținut mediu de humus. Elementele de tehnologie s-au studiat comparativ în cele trei sisteme de lucrare a solului (pe o perioadă de 10 ani); s-a monitorizat astfel comparativ evoluția însușirilor solului sub influența sistemului de lucrare, planta cultivată și influența factorilor climatici, estimarea umidității solului (acumularea și păstrarea apei în sol).

Materialul biologic a fost reprezentat de soiuri și hibrizi creați la S.C.D.A. Turda: grâu - soiul Arieșan; soia - soiul Onix; porumb - hibridul Turda Star.

Factorii experimentali au fost:

A – sistemul de lucrare a solului, cu 3 graduări: A₁ – sistemul convențional de lucrare a solului; A₂ – sistemul minimum tillage; A₃ – sistemul no-tillage;

B – Fertilizare, cu 2 graduări: B₁ – fertilizare de bază cu N₄₀P₄₀; B₂ – fertilizare de bază cu N₄₀P₄₀ + N₃₀ în vegetație;

C – Anii experimentali, cu 10 graduări: C₁–2005; C₂–2006; C₃–2007; C₄–2008; C₅–2009; C₆–2010; C₇–2011; C₈–2012; C₉–2013; C₁₀–2014. Suprafața unei parcele experimentale este de 48 m² (4 m l x 12 m L). Prelucrarea solului prin arătură și cizel s-a realizat la adâncimea de 30 cm.

Prelevarea probelor de sol (pe adâncimea 0-20 și 20-40 cm) s-a realizat cu ajutorul sondei tip burghiu, imediat după recoltarea culturilor: grâu, soia, porumb și s-au analizat fizico-chimic, pentru stabilirea indicilor de fertilitate a solului. Metoda utilizată pentru determinarea pH-ului a fost metoda Potențiometrică, pentru humus s-a folosit metoda Walkley-Black, azotul s-a determinat prin metoda Kjeldhal, pentru fosfor a fost utilizată metoda colorimetrică, iar prin metoda flamfotometrică s-a determinat conținutul solului în potasiu (O.S.P.A. Cluj, 2014). Datorită adâncimii de sol explorat de rădăcinile plantelor, majoritatea sistemului radicular aflându-se în primii 30-40 cm, determinarea compactării solului s-a efectuat pe aceeași adâncime, înregistrându-se concomitent temperatura și umiditatea solului existentă la acel moment (august, 2010, considerat un an normal din punct de vedere climatic). Pentru combaterea buruienilor, bolilor și dăunătorilor (la

momentul potrivit atacului cel mai puternic), s-au executat tratamente complexe care cuprind erbicide și insectofungicide cu impact redus asupra mediului.

Condițiile meteorologice din anii de experimentare (Stația meteorologică Turda, longitudinea: 23° 47' ; latitudinea 46°35' ; altitudinea 427 m) sunt prezentate în tabelele 1 și 2.

Tabelul 1

Regimul termic, S.C.D.A. Turda, 2005-2014
(The thermal regime, ARDS Turda, 2005-2014)

Ani/luni	Temperatura -media lunară (°C)												Average annual
	Ian.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Iun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
2005	-2,1	-4,2	1,5	9,8	15,7	17,2	19,7	19,0	16,1	10,1	3,5	-0,9	8,8
2006	-5,1	-2,4	3,4	10,8	14,3	17,6	21,2	18,5	15,8	10,5	3,5	-0,1	9,0
2007	2,4	2,5	7,3	10,8	17,0	20,3	22,0	20,1	13,7	9,3	1,9	-3,2	10,3
2008	-2,8	3,8	5,4	10,5	15,0	19,4	19,5	21,0	14,0	10,7	4,1	1,1	10,1
2009	-2,3	-0,5	3,7	13,2	16,2	18,7	21,0	20,7	17,4	10,0	5,2	0,1	10,3
2010	-3,1	1,0	4,3	10,5	15,4	18,9	20,7	21,0	14,2	7,4	7,6	-1,6	9,7
2011	-3,8	-3,2	5,3	10,7	15,6	19,2	20,1	20,8	18,2	8,8	0,7	0,8	9,4
2012	-2,3	-6,1	4,7	11,8	16,2	21,0	24,0	22,3	19,1	11,4	5,2	-2,6	10,4
2013	-2,4	2,0	3,5	12,3	16,8	19,4	20,9	22,1	13,8	11,2	7,1	-1,7	10,4
2014	0,5	3,8	8,8	11,4	15,1	18,5	20,4	19,9	16,6	10,8	5,7	1,3	11,1
Media 10 ani	-2,1	-0,4	5,2	12,2	17,3	20,8	23,0	22,5	17,4	11,0	4,8	-0,8	9,8
Media 57 ani	-3,5	-0,9	4,1	9,9	14,8	17,8	19,7	19,3	15,0	9,6	3,8	-1,5	9,0

Din tabelul 1 se observă că toți cei 10 ani luați în studiu au valorile lunare de temperatură mai mari decât media multianuală. Creșterea de temperatură calculată până la finele anului 2013 în cei 57 ani de când se monitorizează valorile meteo la S.C.D.A. Turda a fost de +0,8°C. Fiecare lună a fost mai caldă decât media multianuală, cu creșteri de temperatură de până la 3,3°C în lunile de vară. Iernile au devenit mai calde, cu valori de până la 1,5°C; primăverile – cu valori de până la 3,0°C; verile foarte calde, cu valori de până la 3,3°C, chiar și toamnele, cu valori de până la 2,4°C. În aceste condiții se înregistrează, în general, temperaturi mai ridicate decât media multianuală de 9,0°C, cu excepția anilor 2005, care a fost mai răcoros decât media multianuală și anul 2006, care a înregistrat o medie anuală egală cu media multianuală. Anul 1994 a înregistrat o medie de 10,4°C, egalat de anii 2012, 2013 cu aceeași valoare; anii 2007 și 2009 au avut valori puțin mai mici, de 10,3°C. Pe total perioadă, din cei 10 ani studiați, 5 au avut valori peste 10,0°C, iar valorile pe 10 ani au avut o creștere de +0,8°C.

Tabelul 2

Regimul pluviometric, S.C.D.A. Turda, 2005-2014
(The rainfall regime ARDS Turda, 2005-2014)

Ani/luni	Precipitații - suma lunară (mm)												Suma anuală
	Ian.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Iun.	Iul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
2005	24,3	27,7	33,3	81,5	54,9	95,4	131,6	180,8	62,4	6,0	7,0	37,6	742,5
2006	11,4	17,1	45,3	70,8	77,9	118,2	16,5	148,6	32,6	18,6	6,1	17,7	580,8
2007	12,8	30,7	24,4	10,1	10,8	77,1	54,4	118,1	84,7	93,0	25,4	20,8	655,3
2008	17,3	11,2	30,3	58,4	89,0	13,8	12,2	9,0	41,0	45,4	21,1	45,9	630,6
2009	9,5	22,4	53,5	8,4	31,4	11,4	52,5	38,1	3,4	77,8	48,0	35,0	493,4
2010	39,2	30,6	17,6	52,0	87,6	172,6	121,0	49,2	67,2	31,6	30,8	40,4	739,8
2011	26,8	19,9	15,3	22,6	41,4	116,8	130,4	12,8	22,8	8,8	0,2	15,2	433,0
2012	26,2	30,7	5,3	78,4	89,2	67,4	52,4	28,0	30,2	42,0	9,6	45,0	504,4
2013	19,8	10,3	57,9	53,3	79,3	86,2	37,6	44,0	57,8	67,8	5,9	3,3	523,2
2014	51,6	15,5	23,1	72,0	66,2	48,4	144,4	83,8	48,4	67,4	34,2	86,6	741,5
Media 10 ani	26,0	21,3	30,6	55,3	78,9	111,7	94,2	76,8	49,1	49,1	21,6	29,0	598,2
Media 57 ani	21,4	18,8	23,4	45,4	68,3	84,2	75,6	55,2	40,4	32,8	28,0	26,8	520,4

Din datele tabelului 2 se poate observa că regimul pluviometric a crescut, din ultimii 57 ani, cei mai ploioși ani au fost anii 2005 și 2010. Valoarea medie de 598,2 mm, pe ultimii 10 ani, se menține în zona cu agresivitate hidrică medie. Toate valorile pluviometrice sunt mai mari în fiecare lună din an. Valorile cele mai mari de precipitații se obțin în lunile de vară, mai ales în luna iunie, care este cea mai ploioasă lună a anului, unde creșterea este de +27,5 l/m² iar în iulie și august – cu 18,6, respectiv, 21,6 l/m². Singura excepție în ce privește scăderea cantității de precipitații este luna noiembrie, cu valoarea de 6,4 l/m². Specific celor 10 ani luați în studiu a fost distribuția inegală a precipitațiilor în lunile anului. S-au înregistrat perioade de timp secetoase, cu secete pedologice prelungite (ex. din august 2011 până în august 2012), urmată de ploi torențiale, care, deși au avut cantități mari de apă, nu au reușit de multe ori să refacă rezerva de apă din sol, seceta dominând această întregă perioadă de timp.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Analiza proprietăților solului la instalarea experienței (anul 2005) arată un pH de 6,3-7,0, respectiv un conținut de humus cuprins între 2,21 și 2,94% (Tabelul 3).

Tabelul 3

Însușirile chimice ale solului la momentul amplasării experienței, 2005
(Chemical soil properties at the beginning of experience, 2005)

Varianta de lucrare	Adâncimea de prelevare a probei de sol	pH	Humus (%)	Azot total (%)	P (ppm)	K (ppm)
Sistemul clasic cu arătură	0-20 cm	6,30	2,94	0,162	5	140
	20-40 cm	7,00	2,21	0,124	0,9	126

Tabelul 4

Influența sistemului de lucrare a solului și a fertilizării asupra însușirilor fizico-chimice a solului
(Influence of tillage system and fertilization on soil chemical properties)
S.C.D.A. Turda, 2014

Varianta de lucrare a solului		Adâncimea de prelevare a probei	Denumire analiză/UM				
			pH	Humus (%)	Azot total (%)	P (ppm)	K (ppm)
GRĂU	Clasic + 1 fertilizare N ₄₀ P ₄₀	0-20 cm	6,95	2,77	0,182	19	256
		20-40 cm	7,10	2,61	0,121	7	198
	„No tillage” + 1 fertilizare N ₄₀ P ₄₀	0-20 cm	6,78	3,42	0,219	73	290
		20-40 cm	7,18	1,96	0,119	7	156
	Clasic + 2 fertilizări N ₄₀ P ₄₀ +N ₃₀	0-20 cm	6,65	2,59	0,185	42	254
		20-40 cm	7,15	2,24	0,127	9	170
„No tillage”+2fertilizări N ₄₀ P ₄₀ +N ₃₀	0-20 cm	6,88	3,48	0,227	53	244	
	20-40 cm	7,18	2,46	0,139	7	210	
PORUMB	Clasic + 1 fertilizare N ₄₀ P ₄₀	0-20 cm	7,38	2,75	0,161	33	276
		20-40 cm	7,84	1,68	0,112	10	194
	„Minimum tillage” + 1 fertilizare N ₄₀ P ₄₀	0-20 cm	7,30	2,80	0,126	46	304
		20-40 cm	7,82	1,94	0,134	11	186
	Clasic + 2 fertilizări N ₄₀ P ₄₀ +N ₃₀	0-20 cm	7,36	2,77	0,158	43	258
		20-40 cm	8,05	1,65	0,156	9	214
„Minimum tillage” + 2 fertilizări N ₄₀ P ₄₀ +N ₃₀	0-20 cm	7,87	2,60	0,164	39	240	
	20-40 cm	8,00	2,12	0,130	11	214	
SOIA	Clasic + 1 fertilizare N ₄₀ P ₄₀	0-20 cm	7,69	1,97	0,146	43	250
		20-40 cm	8,07	1,42	0,090	8	168
	„Minimum tillage”+ 1 fertilizare N ₄₀ P ₄₀	0-20 cm	7,81	2,39	0,275	50	194
		20-40 cm	8,10	1,67	0,149	10	214
	Clasic + 2 fertilizări N ₄₀ P ₄₀ +N ₃₀	0-20 cm	7,55	2,28	0,143	23	204
		20-40 cm	7,80	1,63	0,093	1	168
„Minimum tillage” + 2 fertilizări N ₄₀ P ₄₀ +N ₃₀	0-20 cm	7,68	2,89	0,175	82	258	
	20-40 cm	8,03	2,15	0,109	12	214	

(O.S.P.A. Cluj, 2014)

La cultura de grâu: în sistemul clasic + $N_{40}P_{40}$, față de valorile inițiale ale principalilor indicatori agrochimici, se observă în primul rând o creștere a valorii pH, de la slab acid (6,30) la neutru (7,10) pe adâncimea 0-20 cm și o modificare nesemnificativă pe adâncimea 20-40 cm. Dacă ne raportăm la o textură luto-argiloasă a solului și o densitate aparentă de 1,2, conținutul de humus a rămas tot mic, înregistrând o scădere cu 5,8% pe adâncimea 0-20 cm și o creștere cu 18% pe adâncimea 20-40 cm. În ceea ce privește conținutul de macoelemente, cea mai importantă modificare se observă în cazul fosforului, care a înregistrat o creștere cu 14 ppm, adică de la un conținut mic la un conținut mijlociu, și o creștere cu 116 ppm la potasiu. În sistemul clasic + 2 fertilizări $N_{40}P_{40} + N_{30}$, modificările pH-ului sunt mai puțin accentuate pe adâncimea 0-20 cm și cresc de la neutru la slab alcalin pe adâncimea 20-40 cm. Conținutul de humus scade cu 12% în primii 20 cm, rămânând aproape neschimbat pe intervalul 20-40 cm. Cum era de așteptat, se înregistrează creșteri semnificative ale conținutului de azot (12%) și mai ales ale fosforului, cu 37 ppm, adică de la un conținut foarte mic la un conținut mare. În sistemul “no-tillage” + 1 fertilizare $N_{40}P_{40}$ și varianta + 2 fertilizări $N_{40}P_{40} + N_{30}$ s-a înregistrat o creștere ușoară a pH-ului, rămânând la ambele sisteme slab acid pe primii 20 cm și neutru pe adâncimea 20-40, cm. La aceste sisteme se observă cea mai mare creștere a conținutului de humus în primii 20 cm, respectiv cu 16% în varianta cu o fertilizare și cu 18% în cazul variantei cu două fertilizări. Creșterea rezervei în macoelemente este mult mai însemnată în cazul sistemului minim față de sistemul clasic, mai ales pe adâncimea 0-20 cm. Astfel, conținutul de azot a înregistrat cea mai mare creștere (+40%) în cazul sistemului “no-tillage” cu două fertilizări, iar conținutul de fosfor și de potasiu a înregistrat cea mai însemnată creștere în cazul variantei sistemului “no-tillage” cu o singură fertilizare.

La cultura de porumb: s-a constatat o modificare a reacției solului de la neutră la slab alcalină, atât în sistemul clasic, cât și în sistemul cu lucrări minime. Procentul de humus în sistemul clasic nu este influențat de nivelul de fertilizare, dar scade cu 0,20% în sistemul minim unde s-a aplicat fertilizarea suplimentară, conținutul variază de la slab la mijlociu. Nivelul de azot total se încadrează de la slab (în sistem minim) la moderat (în sistem clasic), fertilizarea suplimentară fiind utilă în cazul sistemului minim unde valoarea azotului crește de la 0,126% până la 0,164%. Valorile fosforului (de la slab la bun) sunt mai ridicate în cazul sistemului clasic cu fertilizare suplimentară, comparativ cu sistemul minim la aplicarea doar a unei fertilizări. Conținutul solului în potasiu scade unde s-au aplicat două fertilizări, în ambele sisteme de lucrare a solului.

La cultura de soia: deși reacția solului din zona S.C.D.A. Turda este neutră, pe terenurile unde s-a amplasat experiența, reacția solului este slab alcalină. În variantele cu fertilizare suplimentară conținutul în humus este mijlociu iar la varianta cu o singură fertilizare humusul variază de la slab la mijlociu în sistemul cu lucrări minime, comparativ cu sistemul clasic unde varianta cu o singură fertilizare are un conținut slab, iar în varianta cu fertilizare suplimentară conținutul în humus este variabil de la mijlociu la slab. Azotul total, în cazul sistemului de lucrări minime ale solului are valori care diferă de la slab la bun față de varianta clasică unde valorile sunt între limita foarte slab și slab. Conținutul solului în fosfor: în varianta clasică, în limita foarte slab - bun, în

variantea lucrări minime se încadrează între slab - foarte bun. Potasiul se încadrează în limita bun - foarte bun pentru fiecare variantă de lucrare a solului. Însușirile fizice ale solului influențează în mod direct fertilitatea acestuia, care la rândul ei are o influență puternică asupra regimului de apă, aer și nutriție din sol. În același timp se intensifică procesele chimice și biologice, se ușurează procesul de germinație al semințelor, pătrunderea rădăcinilor în sol, se împiedică eroziunea solului, toate aceste date fiind furnizate de literatura de specialitate. Pe solurile cu un conținut ridicat în fosfor se dezvoltă puternic nodozitățile radiculare ale leguminoaselor, crește greutatea acestora precum și procentul de azot, crește activitatea nitrogenazei din nodozitățile formate. Fosforul are rol important în procesul de fixare biologică a azotului deoarece constituie sursa de energie pentru convertirea moleculelor adenozim-trifosfat (ATP). Potasiul influențează în mod indirect fixarea azotului simbiotic la leguminoase, activând nitrogenaza, o enzimă vitală pentru fixarea azotului. Aciditatea solului (pH) afectează fixarea azotului, un pH mai mic de 6,0 scade producția și numărul de nodozități radiculare ale leguminoaselor.

În tabelul 5 se observă influența sistemului de lucrare a solului asupra compactării solului, prin valorile obținute în cele trei sisteme; comparativ cu sistemul clasic (arat cu întoarcerea brazdei), sistemul “no tillage” are influență foarte semnificativ pozitiv, dată de valoarea de 1415 kPa, urmat de sistemul cu lucrări minime cu valoare de 1225 kPa cu influență distinct semnificativ pozitiv.

Tabelul 5

Influența sistemului de lucrare asupra rezistenței solului
(The influence of tillage systems on soil resistance)

Varianta de lucrare a solului	Valoare rezistenței solului la penetrare (kPa)	%	Diferența	Semnificația
Clasic	1059	100,0	0,00	mt.
Minimum tillage	1225	116	167	**
No tillage	1415	134	357	***
DL (p 5%) 58		DL (p 1%) 96	DL (p 0,1%) 180	

Din tabelul 6 se poate observa că pentru toate variantele tehnologice luate în studiu până la adâncimi de 0-5 cm, rezistența la penetrare nu depășește 1226 kPa. Valoarea cea mai mare se află în varianta tehnologică “no tillage”, unde valorile forței cresc pe adâncimi până la 20 cm, considerând o tasare de adâncime. Comparativ cu varianta clasică, în varianta cizel și “no tillage” valoarea de 1101 kPa, respectiv, 1373 kPa, dovedește că nu există o tasare de suprafață și că de fapt stratul de la suprafață de până la 10 cm începe să se transforme într-un strat fertil, prin încorporarea an de an a masei uscate de buruieni, prin aportul de îngrășăminte minerale, prin protecția oferită solului și conservarea însușirilor de către stratul protector al covorului vegetal și al plantelor de cultură. Rezistența solului în cazul variantei lucrare cu plugul cu cormană prezintă valori sub 1000 kPa, pe adâncimea 0-15 cm, cu valori crescute pe adâncimea 20-40 cm (1174-1483 kPa). Valorile forței sunt mai mari sub adâncimea de 30 cm, de aceea este

recomandabil alternarea adâncimii de arat pentru a împiedica apariția hardpanului care se instalează în urma lucrării (arăturii) la aceeași adâncime.

Tabelul 6

Influența interacțiunii dintre sistemul de lucrare și adâncimea de penetrare a solului
(The influence of the interaction between system and ground penetration)

Varianta de lucrare a solului	Adâncimea (cm)	t (°C)	U (%)	kPa	%	Diferența	Semnificația
Clasic	0 - 5	23,3	25,3	642	100	0,00	mt.
Minimum tillage		23,1	25,9	1064	166	422	***
No tillage		22,4	29,8	1226	191	585	***
Clasic	5-10	23,1	28,8	512	100	0,00	mt.
Minimum tillage		23,4	25,7	898	176	386	***
No tillage		24,7	29,9	1373	268	861	***
Clasic	10-15	23,3	24,2	851	100	0,00	mt.
Minimum tillage		23,0	24,6	1101	129	250	***
No tillage		22,6	26,3	1353	159	502	***
Clasic	15-20	23,2	24,4	1070	100	0,00	mt.
Minimum tillage		22,9	25,8	1244	116	173	**
No tillage		21,6	29,8	1558	146	488	***
Clasic	20-25	23,1	27,8	1174	100	0,00	mt.
Minimum tillage		22,8	27,3	1294	110	120	*
No tillage		22,5	30,1	1540	131	357	***
Clasic	25-30	23,2	31,5	1293	100	0,00	mt.
Minimum tillage		22,8	31,4	1335	103	43	-
No tillage		21,5	32,2	1472	114	180	**
Clasic	30-35	23,1	29,9	1447	100	0,00	mt.
Minimum tillage		23,0	29,7	1404	97	-43	-
No tillage		21,5	32,8	1345	93	-102	-
Clasic	35-40	23,1	29,5	1483	100	0,00	mt.
Minimum tillage		22,7	29,8	1460	98	-23	-
No tillage		21,2	33,4	1456	98	-26	-
		DL (p 5%) 110		DL (p 1%) 155		DL (p 0,1%) 225	

Valorile obținute în sistemele neconvenționale de lucrare a solului, sub 2000 kPa, nu influențează negativ pătrunderea în sol a rădăcinilor plantelor cultivate, compactarea este dependentă mai puțin de varianta tehnologică, ci mai mult de adâncime și de condițiile meteo.

Umiditatea solului în varianta clasică în primii 25 cm adâncime nu depășește valoarea de 28 mm, crește cu 3 procente la 31 mm pe adâncimea 25-30 cm, urmând apoi o scădere de 2 procente (29 mm) pe adâncimea de 30-40 cm.

În varianta “minimum tillage” umiditatea solului prezintă valori apropiate (24-25 mm), care cresc până 27 mm la adâncimea de 20 cm. La adâncimea de 25-40 cm umiditatea solului e egală cu umiditatea solului din varianta clasică. Influența sistemului conservativ “no tillage” asupra acumulării și păstrării apei în sol se poate observa din valorile crescânde obținute pe adâncimea 0-40 cm. Umiditatea solului, de 32-33 mm, după adâncimea de 30 cm indică o rezervă mai mare a apei în sol. O umiditate de 24-25 mm este suficient de mare pentru ca lucrările cu utilaje grele să producă o tasare de suprafață.

Temperatura a fost între limitele normale pentru perioada când s-au făcut măsurătorile, situându-se în jurul a 21-23°C, indiferent de adâncime, la toate variantele tehnologice. Valori mai scăzute, cu mici fluctuații, s-au înregistrat în varianta “no tillage” (în jurul valorii 21°C) la 25-40 cm, iar în variantele clasic și “minimum tillage” au fost relativ apropiate, 22-23 °C. Acest fapt ne poate indica existența unei corelații între sistem – temperatură – umiditate și plantele incluse în rotație.

CONCLUZII

Cea mai mare creștere a valorii pH-ului s-a înregistrat în cazul culturii de soia în varianta sistemului minim + 1 fertilizare, trecând de la slab acid la slab alcalin. De altfel, se poate observa o creștere mai mult sau mai puțin semnificativă a pH-ului la toate variantele, ceea ce se poate explica prin reacția fiziologică alcalină a îngrășămintelor folosite.

Conținutul de humus este mai ridicat față de valorile inițiale în majoritatea variantelor “no tillage”, cea mai semnificativă creștere (+18%) s-a înregistrat în cazul culturii de grâu în varianta sistemului minim + 2 fertilizări, fiind însă tot un conținut mic de humus, dacă ne raportăm la textura luto-argiloasă a solului.

Dintre macroelemente, cea mai accentuată creștere a conținutului de azot (70%), cum era de așteptat, s-a înregistrat în cazul culturii de soia în varianta “minimum tillage” + 1 fertilizare, fapt ce se explică și prin aportul în acest element al culturii de soia prin intermediul bacteriilor fixatoare de azot. Tot în cazul culturii de soia în varianta “minimum tillage” + 2 fertilizări s-a înregistrat cel mai bun conținut de fosfor (o creștere cu 77 ppm), adică de la conținut foarte mic la o aprovizionare foarte bună.

Valori maxime ale potasiului (304 ppm) au fost determinate în cazul culturii de porumb, varianta “minimum tillage” + 1 fertilizare. Aceste date confirmă faptul că rezerva solului în ceea ce privește conținutul de NPK este mai bună în cazul sistemelor minime față de sistemul clasic de lucrare a solului, diferențele fiind mai semnificative pe adâncimea 0-20 cm.

Valorile forței (rezistența solului la penetrare) sunt mai mari sub adâncimea 30 cm, în sistemul clasic cu arătură, de aceea este recomandabil alternarea adâncimii de arat pentru a împiedica apariția hardpanului care se instalează în urma arăturii an de an, la aceeași adâncime.

Acknowledgments

This paper was published under the frame of European Social Fund, Human Resources Development Operational Programme 2007-2013, project no. POSDRU/159/1.5/S/132765.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- BERCA, M., 2006 – *Planificarea de mediu și gestiunea resurselor naturae*. Edit. Ceres, București.
- CALEGARI, A., ALEXANDER, I., 1998 – *The effects of tillage and cover crops on some chemical properties of an oxisol and summer crop yields in southwestern Parana', Brazil*. *Advances in GeoEcology*, 31: 1239-1246.
- CARTER, M.R., 1994 – *Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems*. Lewis Publishers An Arbor London.
- CHETAN, FELICIA, RUSU, T., CHETAN, C., SIMON, ALINA, IGNEA, M., 2014 – *Rezultate de producție obținute la soia, în perioada 2007-2012, în sistemul de lucrări minime ale solului, la SCDA Turda*. INCDA Fundulea, 9 mai 2014. Publicat on-line: www.incda-fundulea.ro
- CHEȚAN, FELICIA, CHEȚAN, CORNEL, 2013 – *Cultivarea soiei în sistemul de agricultură conservativ și rolul ei în protejarea mediului*. Simpozionul Național Folosirea îngrășămintelor minerale și organominerale în agricultură, Lucrări Științifice, București, 2014. Editura AGRIS - Revistele agricole SRL, București. ISBN-10973-8115-47-7, ISBN-13978-973-8115-47-7.
- CHETAN, FELICIA, CHETAN, CORNEL, RUSU, TEODOR, SIMON, ALINA, 2014 – *Influența sistemului de lucrare a solului și a fertilizării asupra formării nodozităților radiculare la soia*. Simpozionul Îngrășămintele clasice și ecologice eficiente pentru folosire în agricultura durabilă, CIEC București, 15 septembrie 2014.
- CHEȚAN, FELICIA, DEAC, VALERIA, ȘIMON, ALINA, CHEȚAN, CORNEL, 2013 – *The influence of Tillage System on production and quality of soybean yield at Agricultural Research-Development Station Turda*. The 7th International Symposium "Soil Minimum Tillage Systems", 6, 14: 362, Edit. Bioflux, Cluj-Napoca.
- CHEȚAN, FELICIA, HAȘ, IOAN, MALSCHI, DANA, DEAC, VALERIA, IGNEA, MIRCEA, ȘIMON, ALINA, IVAȘ, ADINA, 2011 – *Tehnologica Features of the Winter Crop in the Conservation Agricultural System*. The Agricultural Research-Development Station Turda, Buletin USAMV Agriculture, 68 (1).
- CHETAN, FELICIA, IGNEA, M., DEAC, VALERIA, SIMON, ALINA, CHETAN, C., 2013 – *The influence of tillage system on production of soybean yield at ARDS Turda*. The 7th International Symposium „Soil Minimum Tillage Systems”, Cluj-Napoca, 2-3 May 2013.
- COCIU, A.I., 2011 – *Agrotehnica culturilor. Contribuții la fundamentarea, realizarea și dezvoltarea de tehnologii durabile și economic viabile bazate pe agricultura conservativă*. *Analele INCDA Fundulea*, LXXIX: 122.
- DICK, W.A., MCCOY, E.L., EDWARDS, W.M., LAL, R., 1994 – *Continuous application of no-tillage to Ohio soils*. *Agron. J.*, 83: 65-73.
- GĂLĂȚEANU, T., VRÂNCEANU, V., 1966 – *Combaterea eroziunii solului*. Edit. Didactică și Pedagogică, București.
- GHEREȘ, MARINELA, 2007 – *Considerații privind impactul tehnologiilor agricole asupra compactării solului*. În: *Compactarea solului, procese și consecințe*. Edit. Risoprint, Cluj-Napoca, pag. 149-157.
- GHEREȘ, MARINELA, 2007 – *Economie și protecția mediului*. Edit. Risoprint, Cluj.
- GHIDRA, VASILE, 2004, *Ecotoxicologia și monitorizarea principalilor poluanți*. Edit. Studia, Cluj-Napoca.
- GHIDRA, VASILE, ZAHARIA, C., 2002 – *Ecotoxicologie*. Edit. Studia, Cluj-Napoca.

- GUS, P., 1983 – *Agrotehnică și tehnică experimentală*. Tipo Agronomia, Cluj-Napoca.
- GUȘ, P., 1997 – *Influența lucrărilor solului asupra producției și a unor însușiri ale solului*. În: *Alternative de lucrare a solului*, Cluj-Napoca, vol. 2: 151-155.
- LĂZUREANU, A., MANEA, D., CÂRCIU, GH., 1997 – *Influența lucrărilor solului și fertilizării chimice asupra producției de porumb boabe, cultivat la Stațiunea Didactică Timișoara*. În: *Alternative de lucrare a solului*: pg. 23-30, Cluj-Napoca, 9-10 octombrie.
- NAGY, C., ȘIMON, ALINA, PĂCURAR, V., DEAC, VALERIA, CHEȚAN, FELICIA, IVAȘ, ADINA DANIELA, IGNEA, M., 2009 – *Eficiența utilizării sistemului de agricultură conservativă asupra producției culturilor de câmp la S.C.D.A. Turda*, Lucrare prezentată la Sesiunea anuală a INCDA Fundulea.
- PHILLIPS, R.E, PHILLIPS, S.H., 1984 – *No-tillage agriculture. Principles and practics*. Ed. Van Nostrand Reinhold Company Inc., 0-422-27731-8.
- PICU, I., HULPOI, N., TIANU, AL., ELIADE, GH., STEFANIC, GH., TIANU, MIHAELA, 1979 – *Efectul adâncimii de lucrare a solului la unele culturi irigate*. Probleme de agrofitehnie teoretică și aplicată, I, 2: 117-144.
- RUSU, T., GUȘ, P., BOGDAN, ILEANA, 2007 – *Lucrările de conservare a solului, modalități de combatere a eroziunii, managementul apei și sechestrarea carbonului*. În: *Compactarea solurilor, procese și consecințe*. Edit. Risoprint, Cluj-Napoca, pag. 9-15.
- RUSU, T., BOGDAN, ILEANA, POP, A.I., 2012 – *Îndrumător de lucrări practice la Agrotehnică*. Edit. Grinta, Cluj-Napoca, pag. 88-91.
- RUSU, T., MORARU, P.I., COSTE, C.L., CACOVEAN, H., CHEȚAN, F., CHEȚAN, C., 2014 – *Impact of climate change on climatic indicators in Transylvanian Plain*. Romanian Journal of Food, Agriculture & Environment, 12 (1): 469-473.
- SIN, GH., NICOLAE, H., BODNAREV, I., 1979 – *Aspecte ale rationalizării lucrărilor solului pentru cultura cerealelor de toamnă*. Productia vegetală - Cereale și plante tehnice, 6.
- ȘTEFĂNESCU, MARIA, NAGY, C., IGNEA, M., 2007 – *Eficiența îngrășămintelor minerale asupra producției de soia în diferite condiții de lucrare a solului*. În: *Compactarea solurilor, procese și consecințe*, Edit. Risoprint, Cluj-Napoca, pag. 67-71.
- UNGER, P., CASSEL, D., 1991 – *Tillage implement disturbance effects on soil properties related to soil and water conservation a literature review*. In : Soil and Till. Research, 19;
- YULE, D.F., 1984 – *Volumetric calculations in cracking clay soils. The properties and utilization of cracking clay soils*, Reviews in Rural Science, No.5, University of New England, Armidale, NSW, Australia, pag. 136-140.

Prezentată Comitetului de redacție la 8 mai 2015