

INFLUENȚA LUCRĂRII SOLULUI ȘI A MANAGEMENTULUI RESTURILOR VEGETALE ASUPRA REZERVEI DE APĂ DIN SOL, ÎN SISTEMUL CULTURAL GRÂU – PORUMB – SOIA

INFLUENCE OF TILLAGE AND CROP RESIDUE MANAGEMENT ON SOIL WATER CONTENT, IN WHEAT – MAIZE – SOYBEAN CROPPING SYSTEM

ALEXANDRU I. COCIU¹

Abstract

Under rainfed Romanian Danube Plain conditions, water economy must be based on suitable choice of agronomic technologies. This research, carried out during 2010-2014, had as main purpose the determination of influence of tillage practices and residue management on soil water content, soil water storage and precipitation storage efficiency within a winter wheat (*Triticum aestivum* L.) – maize (*Zea mays* L.) – soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cropping system. The advantages of conservation agriculture (CA) in the time of stabilization of direct seeding effects in comparison with traditional chisel tillage have been evaluated. Tillage and crop residue management treatments were: (1) chisel tillage, retained crop residues being chopped and incorporated (ciz); (2) zero tillage, retained crop residue chopped and kept on the field in short flat condition (rvt); (3) zero tillage, crop residues kept on the field in short root-anchored condition (1/2rva), and (4) zero tillage, crop residues kept on the field in tall root-anchored condition (1/1rva). In average over the 2010-2014 period, CA practices came out with a soil water content advantage over traditional chisel tillage practice, at wheat-maize-soybean cropping system planting and harvest on the respective cambic cernozem of NARDI Fundulea area. Zero tillage with residue retention used precipitation more efficiently, so, from this point of view, it could be considered that it is a more resilient agronomic system than conventional practices, involving chisel tillage with residue incorporation.

Cuvinte cheie: rezerva de apă din sol, înmagazinarea apei în sol, eficiența înmagazinării precipitațiilor.

Key words: soil water content, soil water storage, precipitation storage efficiency.

INTRODUCERE

În zona Câmpiei Române, în condiții de neirigare, apa reprezintă principalul factor limitativ al producției agricole. Pierderea apei se datorează în cea mai mare măsură evaporăției directe, pierderile prin percolare fiind neglijabile. Agricultură conservativă, comparativ cu lucrările convenționale ale solului, poate mări infiltrația directă a apei și reduce evaporăția și scurgerile de suprafață. În consecință, umiditatea solului este conservată și cantități suplimentare de apă sunt disponibile culturilor. Azooz și Arshad (1996) au determinat un conținut de umiditate al solului mai mare în sistemul

¹ I.N.C.D.A. Fundulea, 915200 Fundulea, județul Călărași. E-mail: acociu2000@yahoo.com

zero tillage, comparativ cu lucrarea cu plugul cu cormană, iar Johnston și colaboratorii (2002) au raportat un conținut mai ridicat de apă în parcelele cu zero tillage în comparație cu cele cu solul lucrat, pe orizontul de sol până la 1 m adâncime. Lucrările solului afectează în mod direct înmagazinarea apei în sol, accelerând evaporația ca urmare a acțiunii mecanice asupra spațiului macroporilor. În sistemul zero tillage, resturile vegetale menținute pe suprafața solului în perioada fără vegetație constituie o bună protecție fizică împotriva eroziunii prin apă și vânt, prin capacitatea de infiltrație a precipitațiilor ca urmare a protejării solului de impactul picăturilor de ploaie și formării crustei și reducând evaporația prin micșorarea circulației aerului la nivelul solului, schimbării albedoului și izolării suprafeței solului (Tanaka și colab., 2005). Managementul resturilor vegetale pe suprafața solului poate constitui un factor de reducere a evaporației și de creștere a apei înmagazinate în sol (Nielsen și colab., 2005).

O rezervă mai mare de apă în sol permite dezvoltarea normală a culturilor și în perioade secetoase scurte sau medii. Blevins și colaboratorii (1971) au raportat apariția unor perioade de stres hidric mai frecvente și mai accentuate în cazul culturilor cultivate în teren arat cu plugul comparativ cu cele cultivate în sistem zero tillage, cu reținerea resturilor vegetale pe suprafața solului. Deci, zero tillage cu reținerea resturilor vegetale reduce frecvența și intensitatea secetelor scurte din perioada de vegetație (Bradford și Petersen, 2000). Astfel, lucrările solului și managementul resturilor vegetale pot influența semnificativ producțiile culturilor în anii cu precipitații reduse (Johnson și Hoyt, 1999).

Influența culturii premergătoare asupra apei înmagazinate în sol se poate datora consumului de apă, tipului și cantității de resturi vegetale pe care le generează, cât și efectelor fizice ale sistemului radicular asupra solului.

În anul 2010, în cadrul platformei de cercetări multidisciplinare bazate pe agricultura conservativă din câmpul experimental al I.N.C.D.A. Fundulea, a fost înființată o experiență complexă care a urmărit să investigheze efectele pe termen lung ale lucrărilor solului/semănat, rotației culturilor și a managementului resturilor vegetale asupra sistemului cultural grâu-porumb-soia, în condiții de neirigare. Cercetările întreprinse în perioada 2010-2014 au urmărit să determine influența lucrării solului și a managementului resturilor vegetale asupra rezervei de apă din sol în vederea evaluării avantajelor agriculturii conservative (AC) în perioada stabilizării efectelor "semănatului direct", în comparație cu lucrare tradițională cu cizelul.

MATERIAL ȘI METODĂ

Condiții experimentale

Câmpul experimental al I.N.C.D.A. Fundulea se află situat în Câmpia Română de Est, la latitudinea de 44°27'45" și longitudinea de 26°31'35". Clima este de tip temperat continentală, cu o medie multianuală înregistrată în ultimii 50 de ani de 10,7°C și 581 mm la precipitații.

Solul pe care s-au efectuat cercetările este un cernoziom cambic tipic format pe depozite loessoide, cu suprafața plană, altitudinea 68 m, apa freatică la 10-12 m.

Morfologic este constituit dintr-un orizont Ap 0-27 cm, lut argilos-prăfșos, cu 36,5% argilă și permeabilitate 49,2 mm ha⁻¹. Orizontul Apb 27-41 cm este lut argilos cu 37,3% argilă, tasat (1,41 g cm⁻³). Solul este bine aprovizionat cu potasiu (K solubil = 175 ppm) și fosfor (P mobil = 70 ppm), conținutul de humus în orizontul arabil este de 2,2 %, N total = 0,157, C/N = 15,9 și pH = 6,7.

Experiența de lungă durată

La sfârșitul verii anului 2010, după o perioadă ploioasă, întreaga suprafață experimentală a fost erbicidată cu un erbicid de contact total și pichetată în parcele individuale de 6 m lățime și 10 m lungime. Culturile de porumb și soia au fost semănate la densitățile de 60 mii respectiv 500 mii plante ha⁻¹, în rânduri la 70 cm, iar grâul de toamnă cu 500 boabe m⁻², la 12,5 cm între rânduri. Parcelele cu grâu de toamnă și cele cu porumb au fost fertilizate cu doze de 120 kg N ha⁻¹, cu întreaga doză de azot aplicat la grâu prin împrăștiere la desprimăvărare pe întreaga suprafață, iar la porumb în benzi lângă rândul de plante, în faza de 5-6 frunze. Fosforul a fost aplicat în benzi, concomitent cu semănatul celor trei culturi (80 kg P ha⁻¹ la grâu și porumb și 60 kg P ha⁻¹ la soia). Erbicidele și insectofungicidele corespunzătoare celor trei culturi au fost aplicate, conform normelor stabilite pentru combaterea buruienilor, bolilor și dăunătorilor. Grâul de toamnă a fost semănat în perioada 10-20 octombrie iar porumbul și soia în perioada 15-30 aprilie. Schema experimentală a fost de pătrat latin 4 x 4. Cele 12 variante au combinat: rotația grâu – porumb – soia, lucrarea solului/semănat și managementul resturilor vegetale. Variantele experimentate au fost: 1) lucrarea cu cizelul, resturile vegetale tocate și încorporate (ciz); 2) ”semănat direct”, resturile vegetale tocate scurt și întinse pe suprafața solului (rvt); 3) ”semănat direct”, resturile vegetale reținute parțial în stare ancorată, miriștea de porumb până la nivelul inserției știuletelui iar a celei de grâu de 25 cm (1/2rva); 4) ”semănat direct”, resturile vegetale reținute total în stare ancorată (1/1rva).

Determinări și calcule

Cercetările s-au desfășurat pe parcursul a patru perioade de vegetație 2010/11, 2011/12, 2012/13 și 2013/14. Umiditatea solului, sau provizia momentană de apă, reprezintă conținutul de apă al solului în momentul analizei și a fost determinată prin metoda gravimetrică (uscarea în etuvă). S-au recoltat probe de sol cu sonda tub pe orizonturile generice, până la adâncimea de 90 cm din 30 în 30 cm. Probele, în greutate de 10-30 g, s-au introdus în fiole de aluminiu, astfel ca solul să ocupe 2/3 din volumul fiolei și s-au astupat imediat cu capace. După cântărire, fiolele au fost introduse în etuvă și ținute cca 8 ore la o temperatură de 105°C. După ce au fost scoase din etuvă, fiolele au fost cântărite și s-a calculat umiditatea, cu relația: $u = [(b-c)/(c-a)] * 100$, în care: u = umiditatea (% din greutatea solului uscat la 105°C); a = tara fiolei (g); b = greutatea fiolei cu sol umed (g); c = greutatea fiolei cu sol uscat (g). Provizia de apă din sol, determinată cu ajutorul metodei gravimetrice s-a exprimat pluviometric folosind relația $u(\text{mm}) = 10 * H * Gv * u(\%)$, în care: H = adâncimea stratului de sol considerat (m) și Gv = greutatea volumetrică medie pe H considerat (t m⁻³). Umiditatea solului s-a

determinat în trei repetiții de câmp pentru fiecare variantă, la semănat și la recoltat. Parametrii privind înmagazinarea apei în sol și eficiența înmagazinării precipitațiilor au fost determinați începând cu momentul recoltării culturii premergătoare. Eficiența înmagazinării precipitațiilor s-a calculat prin raportarea creșterii umidității solului (determinată prin relația umiditatea solului la semănat – umiditatea solului la recoltarea culturii premergătoare) la suma precipitațiilor căzute în perioada semănat – recoltat. $EIP (\%) = (\text{Apa înmagazinată în sol în orizontul } 0\text{-}90 \text{ cm} / \text{Suma precipitațiilor înregistrate între citirile umidității solului}) * 100 = [(\text{umiditatea solului la semănat} - \text{umiditatea solului la recoltarea culturii premergătoare}) / (\text{suma precipitațiilor înregistrate între citirile umidității solului})] * 100$.

Analize statistice

Datorită caracterului nepredictibil al condițiilor climatice, anul experimental a fost considerat drept variabilă întâmplătoare. Toți parametrii luați în studiu au fost supuși analizei varianței (ANOVA) folosind schema blocurilor complet randomizate cu parcele subdivizate. Diferențele dintre variante au fost considerate semnificative la nivelul $P < 0,05$ și clasificate după testul Duncan (Steel și Torrie, 1980).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Regimul precipitațiilor

Media multianuală a precipitațiilor înregistrate în perioada 1960-2014 pentru zona Fundulea este de 581mm. Precipitațiile anuale în perioada studiată au variat de la un an la altul în limite largi cuprinse între 491,3 mm (2011-2012) și 740,8 mm (2012-2013). Precipitații în exces față de normală s-au înregistrat în anii agricoli 2012-2013 (27,5%) și 2013-2014 (3,4%), iar în deficit în anii 2010-2011 (9,85%) și 2011-2012 (15,5%) (Figura 1).

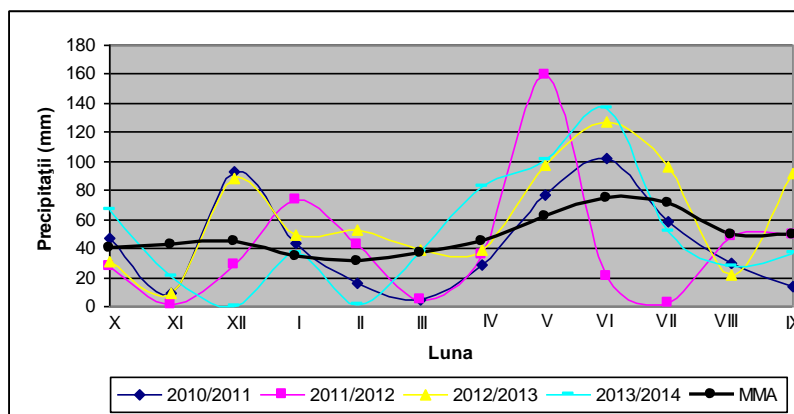


Figura 1 – Precipitațiile lunare înregistrate la Fundulea în anii agricoli 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014 și media multianuală 1960-2014

(Monthly rainfall recorded at Fundulea, in 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014 agricultural years, against the multiannual mean 1960-2014)

În perioada de determinare a rezervei de apă din sol, distribuția precipitațiilor a fost următoarea: toamne mai ploioase față de normală (127,1 mm), cele înregistrate în anii 2010-2011 (148,5mm) și 2012-2013 (128,1 mm) și mai secetoase în anii 2013-2014 (87,9 mm) și 2011-2012 (56,6 mm); un deficit de precipitații față de normală (102,5 mm) a fost înregistrat în iernile anilor 2010-2011 (65,3 mm) și 2013-2014 (76,9 mm), iar un exces în iernile 2011-2012 (120,5 mm) și 2012-2013 (140,7 mm); precipitațiile căzute primăvara în toți anii studiați au înregistrat valori mai mari față de normală (181,2 mm) cu 14,8%, 18,8%, 44,8% și 76,4% în anii 2011, 2012, 2013, respectiv 2014; spre deosebire de vara anului 2013 care a fost ploioasă (209,7 mm), următorii trei ani s-au caracterizat prin veri secetoase, înregistrându-se un deficit de precipitații față de normală (170,3 mm) de 41,9%, 38,8%, respectiv 31,7% (Figura 1).

Rezerva de apă din sol

Rezerva de apă din sol în cazul culturii de grâu de toamnă după soia

Rezerva de apă la semănat a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice ale anului experimental respectiv, fiind nesemnificativ influențat de sistemul lucrării solului – managementul resturilor vegetale, dar semnificativ de adâncimea de prelevare a probelor. La semănat (Tabelul 1), cea mai mare rezervă de apă a fost înregistrată în anul agricol 2013-2014 (92,867 mm), care a fost semnificativ mai mare față de rezervele înregistrate în anii 2010-2011, 2012-2013 și 2011-2012 cu 20%, 31,7%, respectiv, 41,6%. Sistemul de lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale rezervei de apă la semănat, cuprinse între 74,061 mm și 77,733 mm, care au fost înregistrate în sistemele rvt și 1/1rva.

Tabelul 1

Influența anului și a sistemului lucrării solului – managementul resturilor vegetale asupra rezervei de apă din sol la semănat și recoltat, a înmagazinării apei în sol și a eficienței înmagazinării precipitațiilor la cultura de grâu de toamnă după soia, la Fundulea, în perioada 2010-2014

(The effects of year and tillage – crop residue management system on soil water content, soil water storage and rainfall storage efficiency on winter wheat crop after soybean, at Fundulea, during 2010-2014)

Sursa	Umiditatea solului (mm)								AIS (mm)	EIP (%)
	Adâncimi la semănat (cm)				Adâncimi la recoltat (cm)					
	0-30	30-60	60-90	0-90	0-30	30-60	60-90	0-90		
Anul:										
2011	85,69a	73,20b	73,25b	77,38b	85,99a	75,56c	73,81b	78,45c	12,50c	45,78c
2012	67,47c	66,76c	62,58c	65,60c	51,18b	77,44c	74,95b	67,87d	58,83b	111,59a
2013	75,48b	72,82b	63,29c	70,53c	85,94a	89,41b	75,06b	83,47b	108,08a	74,42b
2014	86,91a	100,74a	98,75a	92,87a	91,91a	99,38a	98,85a	96,71a	-	-
LSRV:										
ciz	78,97a	77,41a	75,13a	77,17a	78,34a	83,84a	80,24a	80,81a	58,56a	74,96a
rvt	78,60a	78,09a	73,29a	74,06a	80,88a	86,53a	78,75a	82,05a	56,00a	73,64a
1/2rva	79,23a	78,61a	74,41a	77,42a	77,66a	85,99a	83,09a	82,25a	62,89a	85,30a
1/1rva	78,75a	79,41a	75,04a	77,73a	78,15a	85,43a	80,58a	81,39a	59,11a	75,14a

Valorile medii pe coloană urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul P<0,05 conform Duncan's new multiple-range test.

Rezeva de apă la recoltat a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice și de adâncimea de prelevare a probelor și nesemnificativ de sistemul lucrarea solului-managementul resturilor vegetale. La recoltat (Tabelul 1), cea mai mare rezervă de apă a fost înregistrată în anul agricol 2013-2014 (96,71 mm), dar semnificativ mai mare față de rezervele înregistrate în anii 2012-2013, 2010-2011 și 2011-2012 cu 15,9%, 23,3%, respectiv, 42,5%. Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale rezervei de apă la recoltat, care au fost cuprinse între 82,247 mm și 80,808 mm, înregistrate în sistemele 1/2rva și ciz.

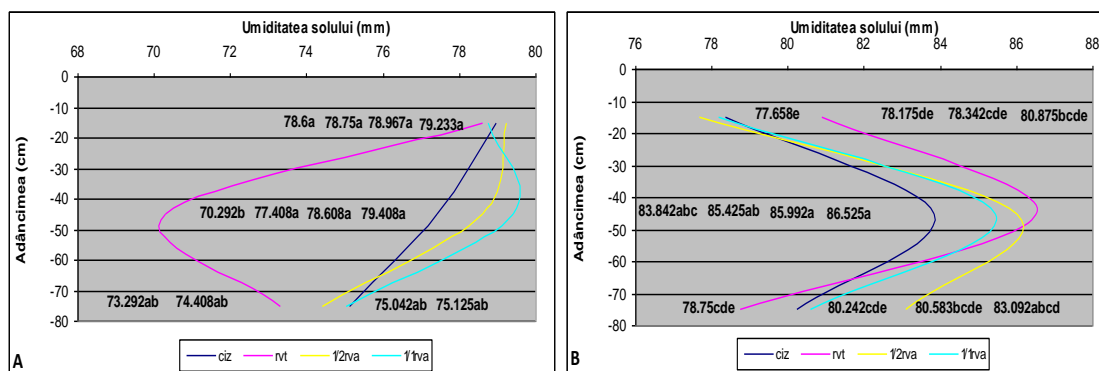


Figura 2 – Influența sistemului lucrarea solului – managementul resturilor vegetale și a adâncimii de prelevare a probelor asupra rezervei de apă din sol la semănatul (A) și recoltatul (B) culturii de grâu de toamnă după soia, la Fundulea, în perioada 2010-2014. Valorile medii urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul $P < 0,05$, conform Duncan's new multiple-range test

(Soil water content at wheat after soybean planting - A and harvest - B as influenced by tillage – crop residue management system and sampling depth, at Fundulea, in the period of 2010-2014. Means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$, according to Duncan's new multiple range test)

La semănat (Figura 2A), în medie pe cei patru ani agricoli, umiditatea solului a înregistrat valoarea cea mai ridicată în orizontul 0-30 cm, 78,89 mm. În orizontul de sol 30-60 cm umiditatea medie a scăzut nesemnificativ statistic la 76,43 mm, o scădere semnificativă până la 74,47 mm înregistrându-se în orizontul 60-90 cm. În orizontul 0-30 cm umiditatea solului a fost cuprinsă între 78,60 și 79,23 mm în sistemele rvt și 1/2rva. În orizontul 30-60 cm umiditatea solului a înregistrat 77,41 mm, 78,61 mm, respectiv, 79,41 mm în sistemele ciz, 1/2rva și 1/1rva, valori statistic semnificativ mai mari față de umiditatea înregistrată în sistemul rvt, 70,29 mm. În orizontul de sol 60-90 cm umiditatea a înregistrat valori medii cuprinse între 73,29 și 75,13 mm în sistemele rvt și ciz. La recoltat (Figura 2B), umiditatea medie a solului a înregistrat valoarea cea mai mare în orizontul 30-60 cm, de 85,45 mm, care a fost semnificativ mai mare față de umiditățile înregistrate în orizonturile 0-30 cm și 60-90 cm, 78,76, respectiv 80,67 mm. În orizontul 0-30 cm umiditatea solului a fost cuprinsă între 77,66 și 80,88 mm în sistemele 1/2rva și rvt. În orizontul 30-60 cm, umiditatea solului a înregistrat 85,43 mm, 85,99 mm, respectiv, 86,53 mm în sistemele 1/1rva, 1/2rva și rvt, umidități statistic nesemnificativ mai mari față de umiditatea înregistrată în sistemul ciz, 83,84 mm. În orizontul de sol 60-90 cm umiditatea a înregistrat valori medii cuprinse între 78,75 și 83,09 mm în sistemele rvt și 1/2rva.

Tabelul 2

Influența interacțiunii an x sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale asupra rezervei medii de apă la semănat și recoltat grâu de toamnă după soia, pentru orizonturile de sol semnificative între 0-90 cm

(Soil water content at planting and harvest of wheat after soybean in year x tillage – crop residue management system interaction for significant profiles between 0-90 cm)

Fundulea, 2010-2014

Adâncimea (cm)	Varianta	Anul			
		2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Semănat					
0-30	Ciz	89,17	66,30	74,90	85,50
	rvt	83,73	65,43	76,30	88,93
	1/2rva	85,57	70,03	76,63	84,70
	1/1rva	84,30	68,10	74,10	88,50
30-60	Ciz	69,73	68,13	68,50	103,27
	rvt	70,80	64,97	75,10	70,30
	1/2rva	77,13	66,63	71,83	98,83
	1/1rva	75,13	67,30	75,83	99,37
60-90	Ciz	74,17	62,87	64,63	98,83
	rvt	72,40	63,07	59,97	97,73
	1/2rva	71,70	61,23	65,90	98,80
	1/1rva	74,73	63,13	62,67	99,63
0-90	Ciz	77,69bc	65,77d	69,34cd	95,87a
	rvt	75,64c	64,49d	70,46cd	85,66b
	1/2rva	78,13bc	65,97d	71,46cd	94,11ab
	1/1rva	78,06bc	66,18d	70,87cd	95,83a
Recoltat					
0-30	Ciz	83,67	54,53	85,13	90,03
	rvt	86,93	57,97	86,20	92,40
	1/2rva	85,43	47,73	56,53	89,93
	1/1rva	86,93	44,60	85,90	95,27
30-60	Ciz	76,00	74,30	87,57	97,50
	rvt	72,53	84,33	87,73	101,50
	1/2rva	75,97	77,13	93,43	97,43
	1/1rva	77,73	74,00	88,90	101,07
60-90	Ciz	71,70	75,70	72,27	101,30
	rvt	71,97	74,20	72,50	96,33
	1/2rva	74,63	74,90	83,07	99,77
	1/1rva	76,93	75,00	72,40	98,00
0-90	Ciz	77,12c	68,18de	81,66c	96,28a
	rvt	77,14c	72,17d	82,14c	96,74a
	1/2rva	79,01c	66,59e	87,68b	95,71a
	1/1rva	80,53c	64,53e	82,40bc	98,11a

Valorile medii urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul $P < 0,05$ conform Duncan's new multiple-range test.

La semănat (Tabelul 2), în anul agricol 2010/11 umiditatea maximă în orizontul de sol 0-90 cm a fost înregistrată în varianta 1/2rva (78,13 mm), însă nesemnificativ mai mare cu 0,09%, 0,57%, respectiv, 3,29% față de umiditățile înregistrate în variantele 1/1rva, ciz și rvt. În anul 2011/12, umiditatea maximă a fost de 66,18 mm, înregistrată în varianta 1/1rva, dar de asemenea nesemnificativ mai mare cu 0,32%, 0,62%, respectiv, 2,62% față de umiditățile înregistrate în 1/2rva, ciz și rvt. În anul 2012/13 umiditatea maximă a fost de 71,46 mm înregistrată în varianta 1/2rva, nesemnificativ mai mare cu 0,83%, 1,42%, respectiv, 3,06%, față de umiditățile înregistrate în 1/1rva, ciz și rvt. În anul 2013/2014 umiditățile maxime au fost înregistrate în variantele ciz și 1/1rva, 95,87 și 95,83 mm, care au fost nesemnificativ mai mari cu 1,87% față de umiditatea înregistrată în varianta 1/2rva și semnificativ mai mare cu 11,92% față de umiditatea înregistrată în varianta rvt.

Din datele tabelului 2 se constată că în anul agricol 2010/11, la recoltat, umiditatea maximă în orizontul de sol 0-90 cm a fost înregistrată în varianta 1/1rva (80,53 mm), care însă a fost nesemnificativ mai mare, cu 1,92%, 4,39%, respectiv, 4,42% față de umiditățile înregistrate la variantele 1/2rva, rvt și ciz. În anul 2011/12 umiditatea maximă a fost de 72,17 mm și a fost înregistrată în varianta rvt, dar de asemenea nesemnificativ mai mare, cu 5,85%, 8,38%, respectiv, 11,84% față de umiditățile înregistrate în ciz, 1/2rva și 1/1rva. Umiditatea maximă notată în anul 2012/13 a fost de 87,68 mm înregistrată la varianta 1/2rva, fiind nesemnificativ mai mare cu 6,41% față de umiditatea înregistrată în varianta 1/1rva, dar semnificativ mai mare cu 6,74%, respectiv, 7,37% față de umiditățile înregistrate pentru rvt și ciz. În anul 2013/2014 umiditatea maximă a fost înregistrată la varianta 1/1rva, de 98,11 mm, nesemnificativ mai mare cu 1,42%, 1,90%, respectiv, 2,51% față de umiditatea înregistrată în variantele rvt, ciz și 1/2rva.

Rezerva de apă din sol în cazul culturii de porumb după grâu

Rezeva de apă la semănat a fost influențată distinct semnificativ de condițiile climatice (anul experimental), nesemnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale și foarte semnificativ de adâncimea de prelevare a probelor. La semănat (Tabelul 3), cea mai mare rezervă de apă s-a acumulat în anul 2011 (100,533 mm), care a fost semnificativ mai mare față de rezervele înregistrate în anii 2012, 2014 și 2013, cu 3,76%, 4,41% și, respectiv, 10,96%. Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații ale rezervei de apă la semănat, însă nesemnificative, ce au fost cuprinse între 95,831 mm și 96,406 mm, înregistrate în sistemele 1/2rva și 1/1rva.

Rezeva de apă la recoltat a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice și de adâncimea de prelevare a probelor și nesemnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. La recoltat (Tabelul 3), cea mai mare rezervă de apă a fost înregistrată în anul 2013 (70,833 mm), semnificativ mai mare față de rezervele înregistrate în anii 2012, 2011 și 2014 cu 13,97%, 17,15%, respectiv, 22,5%. Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații mici, nesemnificative, ale rezervei de apă la recoltat, care au fost cuprinse între 62,064 mm și 64,0 mm, înregistrate în sistemele rvt și 1/1rva (Tabelul 3).

Tabelul 3

Influența anului experimental și a sistemului lucrarea solului – managementul resturilor vegetale asupra rezervei de apă din sol la semănat și recoltat, a înmagazinării apei în sol și a eficienței înmagazinării precipitațiilor la cultura de porumb după grâu, în perioada 2011-2014 la Fundulea
(The effects of year and tillage – crop residue management system on soil water content, soil water storage and rainfall storage efficiency on maize crop after wheat, at Fundulea, during 2010-2014)

Sursa	Umiditatea solului (mm)								AIS (mm)	EIP (%)
	Adâncimi la semănat (cm)				Adâncimi la recoltat (cm)					
	0-30	30-60	60-90	0-90	0-30	30-60	60-90	0-90		
Anul:										
2011	96,66a	104,71a	100,23a	100,53a	56,68b	65,65b	59,06b	60,46bc	-	-
2012	89,14b	101,78ab	99,75a	96,89b	59,96b	65,63b	60,86b	62,15b	66,17a	22,18a
2013	83,75c	94,23c	93,83b	90,61c	72,15a	74,94a	65,41a	70,83a	68,92a	16,99a
2014	91,71b	100,12b	96,28ab	96,29b	55,67b	61,63b	56,34c	57,83c	37,83a	7,41b
LSRV:										
ciz	91,48a	100,50a	96,01a	95,99a	60,30a	66,95a	59,85a	62,31a	54,11a	14,71a
rvt	89,48a	101,13a	97,64a	96,09a	60,69a	65,59a	59,91a	62,06a	55,78a	14,98a
1/2rva	90,22a	99,55a	97,73a	95,83a	61,09a	67,34a	60,25a	62,89a	62,00a	16,56a
1/1rva	90,08a	99,67a	98,72a	96,41a	62,37a	67,98a	61,66a	64,00a	58,67a	15,87a

Valorile medii pe coloană urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul $P < 0,05$ conform Duncan's new multiple-range test.

În medie pe cei patru ani agricoli, umiditatea solului la semănat (Figura 3A) a înregistrat valoarea cea mai ridicată în orizontul 30-60 cm, de 100,21 mm. În orizontul de sol 60-90 cm umiditatea medie a scăzut statistic semnificativ până la 97,525 mm, iar o scădere și mai importantă, de până la 90,502 mm, fiind notată în orizontul 0-30 cm. În orizontul 0-30 cm umiditatea solului a fost cuprinsă între 89,483 și 91,475 mm în sistemele rvt și ciz. În orizontul 30-60 cm umiditatea solului a înregistrat 99,55 mm, 99,667 mm, 100,5 mm și, respectiv, 101,125 mm în sistemele 1/2rva, 1/1rva, ciz și rvt, valori statistic nesemnificativ diferite. Umiditatea în orizontul 60-90 cm a înregistrat valori medii cuprinse între 96,008 și 98,717 mm în sistemele ciz și 1/1rva.

Din datele prezentate în figura 3B se vede că la recoltat umiditatea medie a solului a înregistrat valoarea cea mai mare în orizontul 30-60 cm, 66,965 mm, valoare statistic semnificativ superioară față de umiditățile înregistrate în orizonturile 0-30 cm și 60-90 cm, care au fost de 61,112, respectiv, 60,375 mm. În orizontul 0-30 cm umiditate solului a fost cuprinsă între 60,3 și 62,367 mm în sistemele ciz și 1/1rva, iar în orizontul 30-60 cm umiditatea solului a fost de 67,975 mm, 67,342 mm și 66,95 mm, respectiv în sistemele 1/1rva, 1/2rva și ciz, însă aceste valori au fost statistic nesemnificativ mai mari față de umiditate înregistrată în sistemul rvt, 65,592 mm. Umiditatea din orizontul de sol 60-90 cm a avut valori medii cuprinse între 59,683 și 61,658 mm în sistemele ciz și respectiv 1/1rva.

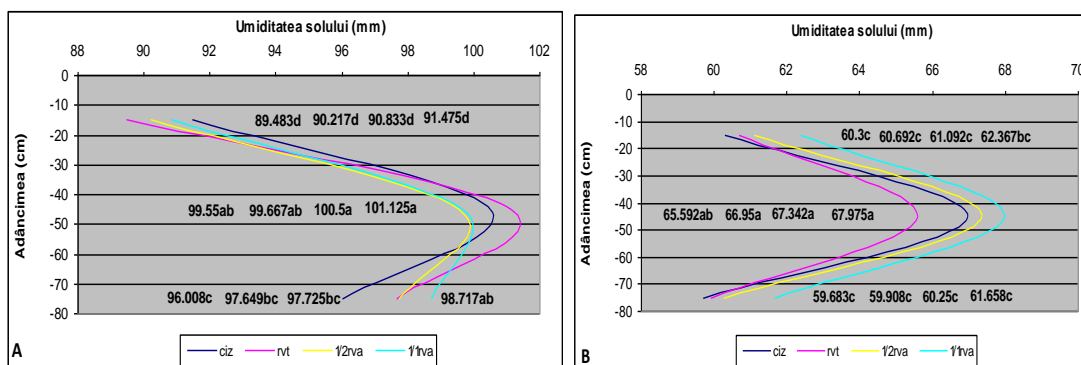


Figura 3 – Influența sistemului lucrarea solului – managementul resturilor vegetale și a adâncimii de prelevare a probelor asupra rezervei de apă din sol la semănatul (A) și recoltatul (B) culturii de porumb după grâu, la Fundulea, în perioada 2011-2014. Valorile medii urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul $P < 0,05$ conform Duncan's new multiple-range test.

(Soil water content at maize after wheat planting-A and harvest-B, as influenced by tillage – crop residue management system and sampling depth, at Fundulea during 2010-2014. Means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$, according to Duncan's new multiple range test).

În anul agricol 2011, umiditatea maximă la semănat în orizontul de sol 0-90 cm s-a înregistrat la varianta 1/1rva, 102,40 mm, dar ne semnificativ mai mare cu 2,27%, 2,84%, respectiv, 2,93% față de umiditățile înregistrate la variantele ciz, rvt și 1/2rva (Tabelul 4). În anul 2012 umiditatea maximă a fost de 98,34 mm, notată în cazul variantei 1/1rva, însă fiind ne semnificativ mai mare cu 1,16%, 2,29%, respectiv, 2,58% față de umiditățile înregistrate în rvt, ciz și 1/2rva. În anul 2013, umiditatea maximă a fost de 91,40 mm, înregistrată pentru varianta rvt, dar, de asemenea, ne semnificativ superioară, cu 0,19%, 0,81%, respectiv, 2,56% față de umiditățile înregistrate în 1/2rva, ciz și 1/1rva. În anul 2014, umiditatea maximă a fost înregistrată în varianta ciz, de 97,03 mm, fiind ne semnificativ mai mare, cu 0,38%, 0,82%, respectiv, 1,91% față de umiditățile înregistrate în variantele 1/2rva, rvt și 1/1rva.

La recoltat (Tabelul 4), în anul agricol 2011, umiditatea maximă din orizontul de sol 0-90 cm a fost înregistrată în varianta ciz, 60,99 mm, care a fost însă ne semnificativ mai mare cu 0,31%, 0,76%, respectiv, 2,49% față de umiditățile determinate la variantele 1/1rva, rvt și 1/2rva. În anul 2012, umiditatea maximă a fost înregistrată la varianta 1/2rva, de 65,46 mm, de asemenea, fiind ne semnificativ mai mare cu 3,92%, respectiv, 7,36% față de umiditățile înregistrate la 1/1rva și rvt, dar semnificativ superioară, cu 10,59%, față de umiditatea înregistrată la varianta ciz. În anul 2013, umiditatea maximă a fost de 75,51 mm, înregistrată în varianta 1/1rva, ne semnificativ mai mare cu 3,84% față de umiditatea înregistrată pentru varianta ciz și semnificativ mai mare, cu 10,14% și, respectiv, 13,48% față de umiditățile înregistrate în rvt și 1/2rva. În anul 2014 umiditatea maximă a fost înregistrată în varianta 1/2rva (60,07 mm), ne semnificativ mai mare cu 3,21%, 5,96% și, respectiv, 6,62%, față de umiditatea înregistrată în variantele rvt, 1/1rva și ciz.

Tabelul 4

Influența interacțiunii an x sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale asupra rezervei medii de apă la semănat și recoltat porumb după grâu, pentru orizonturile de sol semnificative cuprinse între 0-90 cm

(Soil water content at planting and harvest of maize after wheat in year x tillage – crop residue management system interaction for significant profiles between 0-90 cm)

Fundulea, 2010-2014

Adâncimea (cm)	Varianta	Anul			
		2011	2012	2013	2014
Semănat					
0-30	Ciz	96,53	87,60	87,87	93,90
	rvt	94,73	90,33	81,97	90,90
	1/2rva	96,07	90,07	82,87	91,87
	1/1rva	99,30	88,57	82,30	93,17
30-60	Ciz	104,03	101,83	94,60	101,53
	rvt	104,27	101,20	98,33	100,70
	1/2rva	103,60	99,40	94,23	100,97
	1/1rva	106,93	104,70	89,77	97,27
60-90	Ciz	99,83	99,00	89,53	95,67
	rvt	99,47	100,10	93,90	97,13
	1/2rva	99,03	98,13	96,60	97,13
	1/1rva	102,60	101,77	95,30	95,20
0-90	Ciz	100,13ab	96,14cd	90,67e	97,03bcd
	rvt	99,49abc	97,21bcd	91,40e	96,24cd
	1/2rva	99,57abc	95,87d	91,23e	96,66bcd
	1/1rva	102,40a	98,34bcd	89,12e	95,21d
Recoltat					
0-30	Ciz	56,80	52,93	76,43	55,03
	rvt	58,00	57,47	70,17	57,13
	1/2rva	55,30	67,90	65,20	55,97
	1/1rva	56,60	61,53	76,80	54,53
30-60	Ciz	66,23	64,23	78,03	59,30
	rvt	64,37	65,10	71,87	61,03
	1/2rva	65,23	67,33	70,47	66,33
	1/1rva	66,77	65,87	79,40	59,87
60-90	Ciz	59,93	60,40	63,70	54,70
	rvt	59,23	60,33	63,63	56,43
	1/2rva	58,00	61,13	63,97	57,90
	1/1rva	59,07	61,57	70,33	55,67
0-90	Ciz	60,99defg	59,19fg	72,72ab	56,34g
	rvt	60,53defg	60,97defg	68,56bc	58,20fg
	1/2rva	59,51efg	65,46cde	66,54bcd	60,07efg
	1/1rva	60,81defg	62,99cdef	75,51a	56,69g

Valorile medii urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul $P < 0,05$ conform Duncan's new multiple-range test.

Rezerva de apă din sol în cazul culturii de soia după porumb

Rezeva de apă la semănat a fost influențată distinct semnificativ de condițiile climatice (anul experimental), nesemnificativ de sistemul lucrarea solului — managementul resturilor vegetale și foarte semnificativ de adâncimea de prelevare a probelor.

Tabelul 5

Influența anului experimental și a sistemului lucrarea solului – managementul resturilor vegetale asupra rezervei de apă din sol la semănat și recoltat, a înmagazinării apei în sol și a eficienței înmagazinării precipitațiilor la cultura de soia după porumb, în perioada 2011-2014 la Fundulea

(The effects of year and tillage – crop residue management system on soil water content, soil water storage and rainfall storage efficiency at soybean crop after maize, at Fundulea, during 2010-2014)

Sursa	Umiditatea solului (mm)								AIS (mm)	EIP (%)
	Adâncimi la semănat (cm)				Adâncimi la recoltat (cm)					
	0-30	30-60	60-90	0-90	0-30	30-60	60-90	0-90		
Anul:										
2011	91,98a	100,22a	98,20a	96,80ab	56,39a	66,32a	61,64ab	61,45a	-	-
2012	88,24b	100,61a	97,09a	95,31b	48,80c	54,18b	51,93c	51,63b	104,58a	49,66a
2013	84,59c	96,06b	97,43a	92,69c	53,02b	62,11a	63,26a	59,46a	91,75b	25,72b
2014	92,68a	101,67a	99,70a	98,02a	57,25a	64,52a	58,81b	60,19a	81,67b	25,93b
LSRV:										
ciz	89,12a	99,23a	96,53b	94,96a	53,39a	61,55ab	58,56a	57,83ab	92,44a	33,36a
rvt	88,36a	99,86a	98,08ab	95,43a	55,07a	63,37a	60,69a	59,71a	95,89a	34,60a
1/2rva	89,13a	98,26a	99,88a	95,75a	52,23a	59,27b	58,27a	56,59b	93,44a	34,42a
1/1rva	90,90a	101,21a	97,93b	96,68a	54,78a	62,93a	58,12a	58,61ab	88,89a	32,69a

Valorile medii pe coloană urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul $P < 0,05$ conform Duncan's new multiple-range test.

Din rezultatele prezentate în tabelul 5 se constată că cea mai mare rezervă de apă în sol a fost înregistrată în anul 2014 (98,02 mm), care a fost semnificativ mai mare față de rezervele înregistrate în anii 2011, 2012 și 2013 cu 1,26%, 2,84%, respectiv, 5,75%. Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a determinat variații nesemnificativ diferite ale rezervei de apă la semănat, cuprinse între 96,68 mm și 94,96 mm înregistrate în sistemele 1/1rva și ciz.

Rezeva de apă la recoltat a fost influențată foarte semnificativ de condițiile climatice și de adâncimea de prelevare a probelor și semnificativ de sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale. La recoltat (Tabelul 5), cea mai mare rezervă de apă a fost înregistrată în anul 2011, de 61,45 mm, ce a fost superioară semnificativ în comparație cu rezervele înregistrate în anii 2014, 2013 și 2012 cu 2,09%, 3,35%, respectiv, 19,02%.

Sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a produs variații semnificativ diferite ale rezervei de apă la recoltat, cuprinse între 59,71 mm și 56,59 mm, care au fost înregistrate în sistemele rvt și 1/2rva.

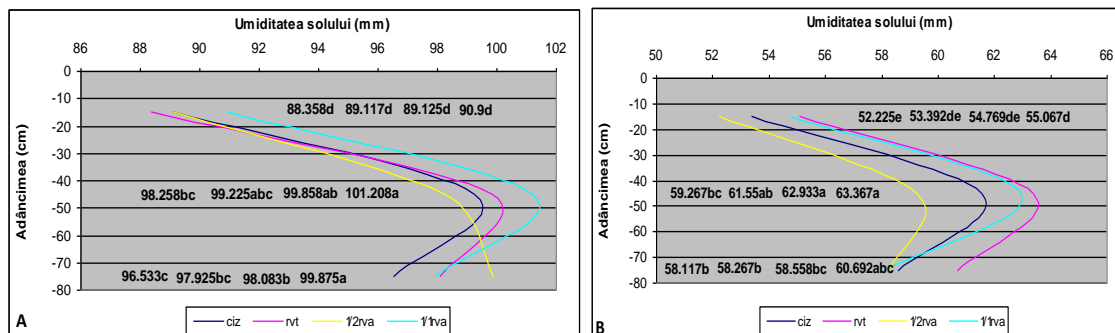


Figura 4 – Influența sistemului lucrarea solului – managementul resturilor vegetale și a adâncimii de prelevare a probelor asupra rezervei de apă din sol la semănatul (A) și recoltatul (B) culturii de soia după porumb. Valorile medii urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul $P < 0,05$ conform Duncan's new multiple-range test

(Soil water content at soybean after maize planting - A and harvest - B as influenced by tillage – crop residue management system and sampling depth. Means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ according to Duncan's new multiple range test)
Fundulea, 2010-2014

În medie pe cei patru ani, la semănat (Figura 4A), umiditatea solului a înregistrat valoarea cea mai ridicată în orizontul 30-60 cm, 99,94 mm. În orizontul de sol 60-90 cm umiditatea medie a scăzut, dar ne semnificativ statistic, la 98,10 mm, însă o scădere semnificativă de până la 89,38 mm înregistrându-se în orizontul 0-30 cm. În orizontul 0-30 cm umiditatea solului a fost cuprinsă între 88,36 și 90,9 mm în sistemele rvt și, respectiv, 1/1rva. În orizontul 30-60 cm, umiditatea solului a înregistrat valoarea cea mai mare în varianta 1/1rva, de 101,21 mm, ne semnificativ mai mare cu valori de 1,35% și respectiv 1,99%, înregistrate în variantele rvt și ciz, dar semnificativ mai mare cu 3% față de umiditatea înregistrată în 1/2rva. În orizontul de sol 60-90 cm, umiditatea maximă a fost înregistrată în 1/2rva (99,88 mm), semnificativ superioară cu 1,82%, 1,99%, respectiv, 3,46%, înregistrate în variantele rvt, 1/1rva și ciz.

La recoltat (Figura 4B), umiditatea medie a solului a marcat valoarea cea mai mare în orizontul 30-60 cm, de 61,78 mm, umiditate care a fost statistic semnificativ mai mare față de umiditățile înregistrate în orizonturile 0-30cm (53,86 mm) și 60-90 cm (58,91 mm). În orizontul 0-30 cm, umiditatea solului a fost cuprinsă între 55,07 și 52,23 mm în sistemele rvt și respectiv 1/2rva. Umiditatea solului în orizontul 30-60 cm a fost 63,37 mm și 62,93 mm în sistemele rva și, respectiv, 1/1rva, valori statistic ne semnificativ mai mari față de umiditatea înregistrată în sistemul ciz (61,55 mm), dar semnificativ mai mari față de umiditatea înregistrată în sistemul 1/2rva (59,27 mm). În orizontul de sol 60-90 cm, umiditatea a înregistrat valori medii cuprinse între 58,12 și 60,69 mm în sistemele rvt și, respectiv, 1/1rva.

Din datele tabelului 6, se constată că la semănat, în anul 2011, umiditatea maximă în orizontul de sol 0-90 cm a fost înregistrată în varianta 1/1rva, de 98,71 mm, fiind însă ne semnificativ mai mare cu 0,76%, 2,99% și, respectiv, 4,32% față de umiditățile înregistrate în variantele 1/2rva, rvt și ciz. În anul 2012, umiditatea maximă a fost de 96,47 mm, care a fost notată la varianta 1/1rva, dar, de asemenea, ne semnificativ mai mare, cu 0,63%, 1,99%, respectiv, 2,27% față de umiditățile înregistrate în 1/2rva, ciz și rvt. Umiditatea maximă în anul 2013 a fost de 92,79 mm, înregistrată în varianta ciz, ne semnificativ superioară cu 0,10%, 0,11%, respectiv, 0,21% față de umiditățile notate

pentru 1/1rva, rvt și 1/2rva. În anul 2014, umiditatea maximă a fost înregistrată la varianta rvt (98,88 mm), care a fost ne semnificativ mai mare, cu 0,05%, 1,13%, respectiv, 2,38% față de umiditățile înregistrate la variantele 1/1rva, ciz și 1/2rva.

Tabelul 6

Influența interacțiunii an x sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale asupra rezervei medii de apă la semănat și recoltat soia după porumb, pentru orizonturile de sol semnificative cuprinse între 0-90 cm

(Soil water content at planting and harvest of soybean after maize in year x tillage – crop residue management system interaction for significant profiles between 0-90 cm)

Fundulea, 2010-2014

Adâncimea (cm)	Varianta	Anul			
		2011	2012	2013	2014
Semănat					
0-30	Ciz	89,50	86,87	87,67	92,43
	rvt	90,43	86,33	82,30	94,37
	1/2rva	93,57	88,60	84,40	89,93
	1/1rva	94,43	91,17	84,00	94,00
30-60	Ciz	99,67	100,80	95,40	101,03
	rvt	99,00	99,87	98,27	102,30
	1/2rva	99,47	99,53	94,37	99,67
	1/1rva	102,73	102,23	96,20	103,67
60-90	Ciz	94,87	96,10	95,30	99,87
	rvt	98,10	96,80	97,47	99,97
	1/2rva	100,87	99,47	99,03	100,13
	1/1rva	98,97	96,00	97,90	98,83
0-90	Ciz	94,68abc	94,59abc	92,79c	97,78ab
	rvt	95,84abc	94,33abc	92,69c	98,88a
	1/2rva	97,97ab	95,87abc	92,60c	96,58abc
	1/1rva	98,71a	96,47abc	92,70c	98,83a
Recoltat					
0-30	Ciz	55,53	50,13	51,73	56,37
	rvt	55,70	49,43	54,37	60,77
	1/2rva	55,97	44,77	55,40	52,77
	1/1rva	58,54	50,87	50,57	59,10
30-60	Ciz	67,27	53,83	61,87	63,23
	rvt	65,87	53,70	66,97	66,93
	1/2rva	66,67	53,63	55,00	61,77
	1/1rva	65,47	55,53	64,60	66,13
60-90	Ciz	63,00	50,03	64,33	56,87
	rvt	61,60	49,87	67,87	63,43
	1/2rva	59,93	53,37	61,20	58,57
	1/1rva	62,03	54,43	59,63	56,37
0-90	Ciz	61,87abc	51,33ef	59,31abcd	58,82bcd
	rvt	61,06abcd	51,00f	63,07ab	63,71a
	1/2rva	60,86abcd	50,59f	57,20e	57,70de
	1/1rva	62,01abc	53,61ef	58,27cd	60,53bcd

Valorile medii urmate de aceeași literă nu sunt semnificativ diferite la nivelul $P < 0,05$ conform Duncan's new multiple-range test.

La recoltat, în anul 2011 (Tabelul 6), umiditatea maximă în orizontul de sol 0-90 cm a fost de 62,01 mm, înregistrată la varianta 1/1rva, însă ne semnificativ mai mare, cu 0,23%, 1,56% și 1,89% față de umiditățile înregistrate în variantele ciz, rvt și, respectiv, 1/2rva. În anul 2012, umiditatea maximă a fost de 53,61 mm determinată pentru varianta 1/1rva, dar, de asemenea, ne semnificativ mai mare cu 4,44%, 5,12% și 5,97% față de umiditățile înregistrate în ciz, rvt și, respectiv, 1/2rva. În anul 2013, umiditatea maximă a fost de 63,07 mm, înregistrată în varianta rvt, ne semnificativ mai mare, cu 6,34%, față de umiditatea notată pentru varianta ciz, dar semnificativ superioară, cu 8,24%, respectiv, 10,26% față de umiditățile înregistrate la 1/1rva și, respectiv, 1/2rva. În anul 2014, umiditatea maximă a fost înregistrată în varianta rvt, de 60,07 mm, ce a fost semnificativ mai mare cu 5,25%, 8,31% și, respectiv, 10,42% față de umiditatea înregistrată la variantele 1/1rva, ciz și 1/2rva.

În cazul culturii grâului, condițiile climatice (anul) au avut o foarte puternică influență asupra rezervei de apă din sol ($P < 0,001$) pentru toate adâncimile de sol luate în studiu, atât la semănat, cât și la recoltat (Tabelul 1). La cultura de porumb (Tabelul 3), se evidențiază, de asemenea, o influență semnificativă a condițiilor climatice asupra rezervei de apă din sol, mai accentuată ($P < 0,001$) la semănat pentru orizonturile 0-30 și 30-60 cm și la recoltat pentru orizonturile 60-90 și 0-90 cm. La cultura de soia, din datele prezentate în tabelul 5 se constată că la semănat condițiile climatice au avut o influență semnificativă sau distinct semnificativă în toate orizonturile studiate, cu excepția orizontului 60-90 cm, unde ea fost ne semnificativă ($P > 0,05$). La recoltat, influența exercitată asupra umidității solului de anul experimental a fost distinct semnificativă ($P < 0,01$) pentru orizonturile 30-60 și 60-90 și foarte semnificativă ($P < 0,001$) pentru orizonturile 0-30 și 0-90 cm.

Sistemele lucrarea solului – managementul resturilor vegetale au indicat în cazul celor trei culturi o influență ne semnificativă asupra rezervei de apă din sol, atât la semănat cât și la recoltat, pentru toate adâncimile de sol luate în studiu, cu excepția culturii de soia pentru orizonturile 30-60 și 0-90 cm unde influența a fost semnificativă ($P < 0,05$) (Tabelele 1, 3 și 5).

În media celor 4 ani și pe toate profilele studiate, atât la semănat, cât și la recoltat, sistemele lucrarea solului-managementul resturilor vegetale nu au determinat diferențe semnificative ale umidității solului (Figurile 2, 3 și 4).

Interacțiunea an x sistemul lucrarea solului – managementul resturilor vegetale a fost semnificativă ($P < 0,05$) pentru profilul 0-90 cm la recoltatul culturilor de grâu și porumb. În cei patru ani experimentali (Tabelele 2, 4 și 6) în unele profile de sol au fost înregistrate diferențe semnificative, dar ele nu furnizează informații relevante pentru caracterizarea celor patru sisteme de lucrarea solului – managementul resturilor vegetale cu privire la acumularea apei în sol.

Aceste rezultate corespund cu rezultatele obținute de alți cercetători, de exemplu, Johnson și Hoyt (1999). În general, solurile pe care s-a semănat direct cu reținerea resturilor vegetale (îtinse sau ancorate) au un conținut de apă mai ridicat comparativ cu solurile lucrute cu resturile vegetale încorporate (Figurile 2, 3 și 4). După cum s-a menționat anterior, resturile vegetale reținute pe suprafața solului acționează ca o

succesiune de bariere, reducând viteza de scurgere a apei, oferindu-i un timp mai îndelungat pentru infiltrare, dar trebuie luată în considerație și împiedicarea formării crustei de către stratul de resturi vegetale (Scope1 și Findeling, 2001). În timp ce prima acțiune este permanentă, cea de a doua, probabil, sporește în timp, accentuând an de an efectul benefic al sistemelor cu reținerea resturilor vegetale asupra înmagazinării apei. Contrar părerii că semănatul direct reduce porozitatea totală și permeabilitatea apei, solurile nelucrate acoperite cu un strat de resturi vegetale au un conținut de apă mai mare față de terenurile lucrate convențional, deoarece resturile vegetale (întinse sau ancorate) acționează ca un mediu poros dezvoltând o structură superficială a solului bogată în macropori, canale de răme și cavități de rădăcini, furnizând astfel viteze de infiltrare mai mari (Mc Garry și colab., 2000).

Înmagazinarea apei în sol și eficiența înmagazinării precipitațiilor

În cei 3 ani în care a fost analizată înmagazinarea apei în sol, rezultatele s-au diferențiat mult în funcție de cultură.

La cultura de grâu de toamnă după soia (Tabelul 1), apa înmagazinată în sol a crescut foarte semnificativ de la 12,5 mm în 2011, la 56,83 mm în 2012, respectiv, 108,08 mm în 2013. Aceste diferențe nu au fost reflectate în totalitate în EIP, care a crescut foarte semnificativ de la 45,78% în 2011, la 74,42% în 2013 și, respectiv, la 111,59% în 2012. Sistemele lucrarea solului – managementul resturilor vegetale au influențat nesemnificativ atât înmagazinarea apei în sol, cât și eficiența înmagazinării precipitațiilor (EIP) la cultura de grâu de toamnă după soia. Cantitatea medie de apă înmagazinată în sol a înregistrat valoarea maximă în sistemul 1/2rva, de 62,89 mm, fiind mai mare cu 6,4%, 7,4% și 12,3% față de cantitățile de apă înmagazinate în 1/1rva, ciz și, respectiv, rvt. Similar, valoarea EIP a fost maximă în sistemul 1/2rva, de 85,3%, superioară cu 10,2%, 10,3%, respectiv, 11,7% față de sistemele 1/1rva, ciz și rvt.

La cultura de porumb după grâu (Tabelul 3), apa înmagazinată în sol a crescut nesemnificativ, de la 66,17 mm în perioada 2011-2012 la 68,92 mm în perioada 2012-2013 și a scăzut semnificativ la valoarea de 37,83 mm în perioada 2013-2014. Aceste diferențe nu au fost reflectate în EIP care a scăzut semnificativ de la 22,18% în perioada 2011-2012, la 16,99% în perioada 2012-2013 și la 7,41% în perioada 2013-2014. Sistemele lucrarea solului – managementul resturilor vegetale au influențat nesemnificativ atât înmagazinarea apei în sol, cât și EIP la cultura de porumb după grâu. Cantitatea medie de apă înmagazinată în sol a înregistrat valoarea maximă în sistemul 1/2rva, de 62,00mm, mai mare cu 5,7%, 11,2% și 14,6% față de cantitățile de apă înmagazinate în 1/1rva, rvt și, respectiv, ciz. Similar, valoarea EIP a fost maximă în sistemul 1/2rva (16,56%), mai mare cu 0,7%, 1,6% și 1,9% față de sistemele 1/1rva, rvt și ciz.

La cultura de soia după porumb (Tabelul 5), apa înmagazinată în sol a scăzut semnificativ, de la 104,58 mm în perioada 2011-2012 la 91,75 mm în perioada 2012-2013 și la 81,67 mm în perioada 2013-2014. Aceste diferențe au fost reflectate în EIP care a scăzut semnificativ de la 49,66% în perioada 2011-2012 la 25,72% în perioada 2012-2013 și la 25,93% în perioada 2013-2014. Sistemele lucrarea solului – managementul resturilor vegetale au influențat nesemnificativ atât înmagazinarea apei în sol, cât și EIP la cultura de soia după porumb. Cantitatea medie de apă înmagazinată în sol a înregistrat

valoarea maximă în sistemul rvt, de 95,89 mm, fiind mai mare cu 2,6%, 3,7% și, respectiv, 7,9% față de cantitățile de apă înmagazinate în 1/2rva, ciz și 1/1rva. Similar, EIP a fost maximă în sistemul rvt, de 34,6%, superioară cu 0,17%, 1,24% și 1,73% față de sistemele 1/2rva, ciz și 1/1rva.

Cobeeles și colaboratorii (1998) au sugerat că prin reducerea lucrărilor solului și menținerea resturilor vegetale pe suprafața solului se reduce scurgerea de suprafață a apei din precipitații și sporește infiltrația ei, crescând astfel și valoarea EIP. Similar, Peterson și colaboratorii (1996) au arătat că zero tillage îmbunătățește înmagazinarea apei în sol comparativ cu lucrările convenționale. Norwood (1999) a arătat că EIP crește odată cu reducerea lucrărilor solului în perioada fără vegetație iar rezerva de apă din sol poate fi influențată de deosebirile dintre lucrările solului și de efectul resturilor vegetale asupra EIP. Yule (1984) a considerat că EIP în perioada fără vegetație poate depinde de apariția crăpăturilor solului. De aceea, menținerea resturilor vegetale pe suprafața solului poate fi benefică, atât pentru prevenirea crăpării excesive a solului, cât și pentru reducerea pierderilor prin evaporare. Tanaka și Aase (1987) au arătat că odată cu reducerea intensității lucrării solului, de la arătura cu plugul la sistemul zero tillage, EIP, în perioada fără vegetație poate crește de la 25% la aproximativ 40%.

CONCLUZII

În perioada de stabilizare a “semănatului direct” în sistemul cultural grâu – porumb – soia, precipitațiile au fost folosite mult mai eficient în sistemul zero tillage cu reținerea pe suprafața solului a resturilor vegetale (întinse sau ancorate) decât în cazul lucrării tradiționale cu cizelul și cu încorporarea resturilor vegetale. Rezervele de apă din sol, atât la semănat, cât și la recoltat, deși statistic similare în sistemele de agricultură studiate, au prezentat în această perioadă de tranziție o mai pronunțată tendință de creștere în variantele zero tillage cu reținerea resturilor vegetale (întinse sau ancorate). Încorporarea resturilor vegetale prin lucrarea solului, care are loc în cazul lucrărilor convenționale, a fost mai puțin eficientă în ce privește înmagazinarea apei în sol. Practicile bazate pe principiile agriculturii conservative (AC) s-au dovedit a fi mult mai reziliente față de condițiile climatice decât lucrarea tradițională cu cizelul cu încorporarea resturilor vegetale.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- AZOOZ, R.H., ARSHAD, M.A., 1996 – *Soil infiltration and hydraulic conductivity under long term no-tillage and conventional tillage system*. Can. J. Soil Sci., 76 :143-152.
- BLEVINS, R.L., COOK, D., PHILLIPS, S.H., PHILLIPS, R.E., 1971 – *Influence of no-tillage on soil moisture*. Agron J., 63 : 383-386.
- BRADFORD, J.M., PETERSEN, G.A., 2000 – *Conservation tillage*. Handbook of soil science. Sumner, M.E.(Ed). CRC Press, Boca Raton, FL, USA: 247-269.
- CORBEELS, M., HOFMAN, G., and VAN CLEEMPUT, O., 1998 – *Analysis of water use by wheat grown on a cracking clay soil in a semi-arid Mediterranean environment: Weather and nitrogen effects*. Agric. Water Manage., 38 : 147-167.

- JOHNSON, A.M., HOYT, G.D., 1999 – *Changes to the soil environment under conservation tillage*. HortTechnology, 9 : 380-393.
- JOHNSTON, A.M., CLAYTON, G.W., WALL, P.C., SAYRE, K.D., 2002 – *Sustainable cropping systems for semiarid regions*. Paper presented at the International Conference on Environmentally Sustainable Agriculture for Dry Areas for the 2nd Millenium, September 15-19, 2002, Shijiazhuang, Hebei Province, P.R.C.
- MCGARRY, D., BRIDGE, B.J., RADFORD, B.J., 2000 – *Contrasting soil physical properties after zero and traditional tillage of an alluvial soil in the semi-arid subtropics*. Soil Tillage Res., 53 : 105-115.
- NIELSEN, D.C., UNGER, P.W., MILLAR, P.R., 2005 – *Efficient water use in dryland cropping systems in the Great Plains*. Agron. J., 97 : 364-372.
- NORWOOD, C.A., 1999 – *Water use and yield of dryland row crops as affected by tillage*. Agron. J., 91 : 108-115.
- PETERSON, G.A., SCHLEGEL, D.L., TANAKA, D.L., JONES, O.R., 1996 – *Precipitation use efficiency as affected by cropping and tillage systems*. Prod. Agric., 9 : 180-186.
- SCOPEL, E., FINDELING, A., 2001 – *Conservation tillage effects on runoff reduction in rainfed maize of semi-arid zones of western Mexico*. In: Garcia-Torres, L., Benites, J., Martinez-Vilela, A. (Eds.) Conservation agriculture, a worldwide challenge. Proceedings of the I World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, 1-5 October 2001. XUL, Cordoba, Spain: 179-184.
- STEEL, R.G.D, TORRIE, J.H., 1980 – *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill Publishing Company, New York.
- TANAKA, D.L., AASE, J.K., 1987 – *Fallow method influences on soil water and precipitation storage efficiency*. Soil Tillage Res., 9 : 307-316.
- TANAKA, D.L., ANDERSON, R.L., RAO, S.C., 2005 – *Crop sequencing to improve use of precipitation and synergize crop growth*. Agron. J., 97 : 385-390.
- YULE, D.F. 1984 – *Volumetric calculations in cracking clay soils*. p. 136-140. In: J.W. McGarity et al. (eds.) Properties and utilization of cracking clay soils. Reviews in Rural Science, vol. 5, Univ. of New England, Armidale, NSW, Australia.

Prezentată Comitetului de redacție la 6 aprilie 2015