

FOLOSIREA APEI DIN SOL SUB INFLUENȚA DIFERITOR SISTEME DE FERTILIZARE ÎN ASOLAMENT

Boincean Boris, dr. hab., prof. cercet., Institutul de Cercetări pentru Culturile de Câmp „Selecția”, Stadnic Stanislav, dr., conf. univ., USARB

The role of soil, especially of deeper soil layers in providing the requirement of crops in water is the conditions of more often droughts with hotness. Fertilizers, especially organo-mineral and organic fertilizers are increasing water use efficiency by winter wheat and sugar beet in crop rotation.

Key words: *Crop rotation, systems of fertilization, water use efficiency, winter wheat, sugar beet.*

INTRODUCERE

Agricultura Republicii Moldova se confruntă cu o serie de chemări la moment și care se vor acutiza pe viitor: creșterea neproportională a prețurilor la sursele energetice neregenerabile limitate și derivatele lor (îngrășăminte minerale, în deosebi de azot, pesticide ș. a.), pe de o parte, la producția agricolă, pe de altă parte; creșterea pierderilor necompensate de substanță organică a solului, pericolului degradării și poluării solului și apelor subterane în condițiile sistemului existent de agricultură; reducerea biodiversității atât în partea aeriană, cât și în partea subterană a solului; dezintegrarea stabilității comunităților rurale; manifestarea tot mai frecventă a schimbărilor climatice prin consecințele nefaste a secetelor ș.a. [1, 2].

În condiții de stepă, apa este factorul limitativ în menținerea sau majorarea nivelului de producție. Monitorizarea regimului hidric în condițiile experiențelor de câmp de lungă durată din stepa Bălțului sub influența diferitor procedee agrotehnice (asolamente, sisteme de lucrare, fertilizare și irigare în asolament) prezintă un interes teoretic și practic deosebit, în deosebi ținând cont de tendințele tot mai evidente de aridizare a terenurilor agricole.

Lucrarea dată prezintă o tentativă de evaluare a schimbărilor regimului hidric sub influența diferitor sisteme de fertilizare a solului în experiența de câmp de lungă durată cu diferite sisteme de fertilizare în asolament pe cernoziom tipic din stepa Bălțului.

CONDIȚII ȘI METODE DE CERCETARE

Experiența a fost executată în asolament de câmp având un caracter staționar de lungă durată în cadrul ICCC „Selecția” cu următoarea rotație a culturilor: borceag de primăvară – grâu de toamnă – sfeclă de zahăr – porumb pentru boabe – orz de primăvară – floarea soarelui.

Solul lotului experimental reprezintă cernoziom tipic, luto-argilos cu următoarea caracteristică agrochimică: humus – 4,7-4,1%; azot total – 0,24-0,26%; fosfor – 0,12-0,13%; potasiu – 1,20-1,40%; pH_{H2O} 6,6-7,1. În experiență recoltarea și evidența ei s-a efectuat manual prin metoda parcelelor de evidență.

Începând cu anul 1991 se cercetează patru sisteme de fertilizare în asolament cu 6 sole:

- naturală (fără îngrășăminte), (variante 1);
- minerală (NPK 75, 130, 175 kg s.a./ha suprafață de asolament, variantele 2, 3 și 4);
- organo-minerală (NPK 75, 130, 175 kg s.a./ha suprafață de asolament și gunoi de grajd 10 și 15 t/ha suprafață de asolament, variantele 5, 6, 7, 8, 9 și 10);
- organică (15 t/ha suprafață de asolament gunoi de grajd, varianta 11).

Schema experienței include 12 variante cu diferite doze de fertilizare de îngrășăminte minerale și organice sub diferite plante (tab. 1).

Îngrășămintele minerale se introduc anual sub lucrarea de bază a solului în doze corespunzătoare cu excepția grâului de toamnă, unde doza de azot tehnic se administrează în 2 etape: ½ din toamnă și ½ primăvara devreme ca nutriție suplimentară.

Gunoiul de grajd se încorporează în sol sub arătura de toamnă: variantele 5, 6, 7 - la sfecla de zahăr (60 t/ha); variantele 8, 9, 10, 11 – la sfecla de zahăr (60 t/ha) și floarea-

soarelui (30 t/ha). Amplasarea variantelor în spațiu este sistematică în 4 repetiții și 2 niveluri. Suprafața totală a parcelelor este de 242 m² în formă dreptunghiulară (5,6 x 43,2 m).

În experiență a fost aplicată agrotehnica acceptată pentru culturile de câmp respective și zonei de nord a Republicii Moldova.

Tabelul 1. Schema repartizării îngrășămintelor în experiență pe culturile asolamentului, kg s.a./ha

Nr. var.	Grâu de toamnă	Sfecla de zahăr	Porumb pentru boabe	Orz de primă-vară	Floarea soarelui	Măzărice +ovăz	Total pe rotație, kg s.a.					
							N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Gunoii de grajd, t		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	Remanență	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	Remanență	18 0	15 0	12 0	-		
3	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₄₅ K ₄₅		N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀		30 0	25 5	22 5	-		
4	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀		42 0	36 0	27 0	-		
5	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + 60 t/ha gunoi de grajd	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		18 0	15 0	12 0	60		
6	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 60 t/ha gunoi de grajd	N ₉₀ P ₄₅ K ₄₅		N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀		30 0	25 5	22 5	60		
7	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀ + 60 t/ha gunoi de grajd	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀		42 0	36 0	27 0	60		
8	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + 60 t/ha gunoi de grajd	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + 30 t/ha gunoi de grajd		18 0	15 0	12 0	90		
9	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + 60 t/ha gunoi de grajd	N ₉₀ P ₄₅ K ₄₅		N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀ + 30 t/ha gunoi de grajd		30 0	25 5	22 5	90		
10	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀ + 60 t/ha gunoi de grajd	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀ + 30 t/ha gunoi de grajd		42 0	36 0	27 0	90		
11	remanență	60 t/ha gunoi de grajd	remanență				30 t/ha gunoi de grajd		-	-	-	90
12					remanență				-	-	-	

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Cercetările anterioare au demonstrat tendința evidentă de reducere a nivelului de producție pentru diferite culturi indiferent de sistemul de fertilizare aplicat în asolament, inclusiv pentru cultura grâului de toamnă și sfecele de zahăr (fig. 1).

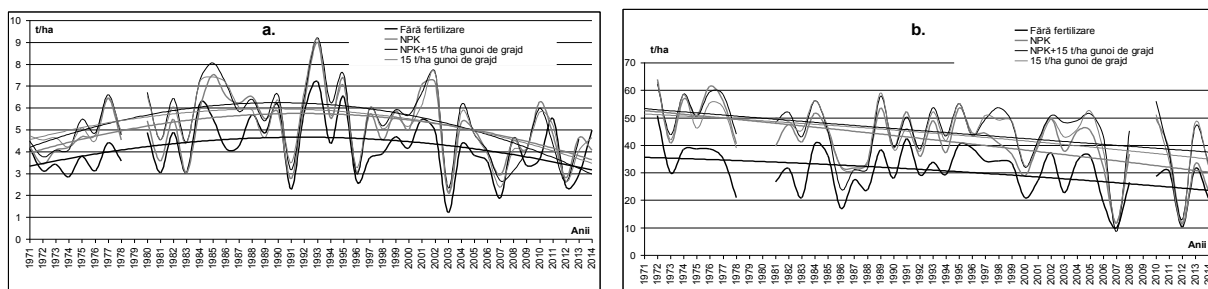


Fig. 1. Productivitatea grâului de toamnă (a) și a sfecele de zahăr (b) în asolament sub influența diferitor sisteme de fertilizare în experiența de câmp de lungă durată a ICC „Selecția”, anii 1971-2014

Aceasta corelează cu tendința de reducere a precipitațiilor atmosferice pe parcursul anilor agricoli pentru aceeași perioadă de timp, 1971-2014 (fig. 2, a), dar, în deosebi pe parcursul perioadelor de vegetație (fig. 2, b-c).

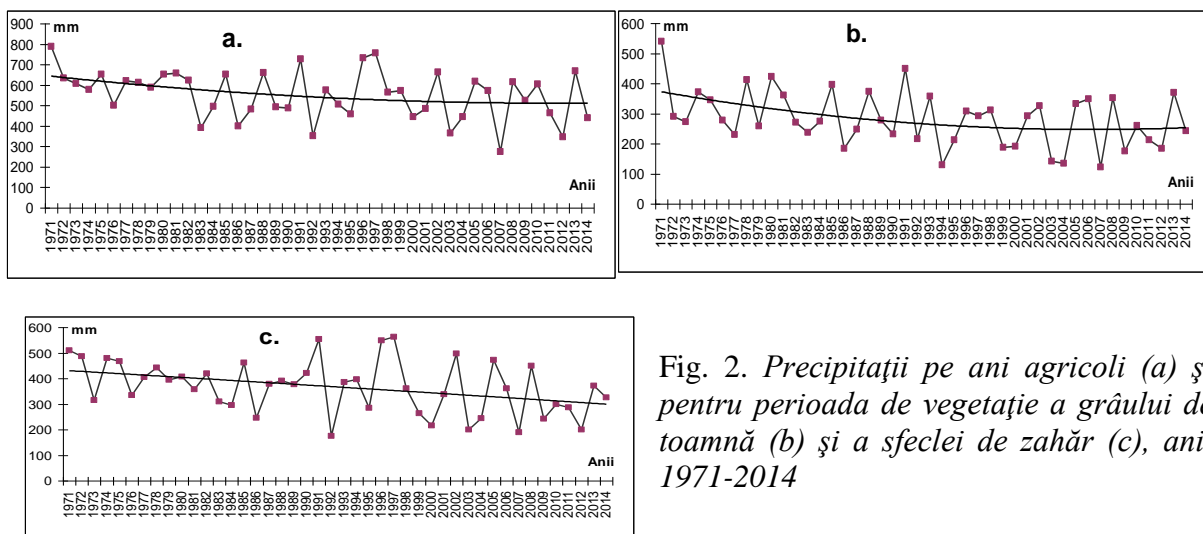


Fig. 2. Precipitații pe ani agricoli (a) și pentru perioada de vegetație a grâului de toamnă (b) și a sfeclii de zahăr (c), anii 1971-2014

Pentru a urmări cât de eficient se folosește apa din sol de către cultura grâului de toamnă și sfecla de zahăr în dependență de sistemul de fertilizare în asolament au fost analizate datele experimentale din ultimele două rotații a asolamentului de lungă durată cu diferite sisteme de fertilizare în asolament.

GRÂU DE TOAMNĂ

Datele din tabelul 2 mărturisesc despre o rezervă de apă mai înaltă primăvara în stratul 0-200 cm pe variantele fertilizate cu gunoi de grajd împreună cu îngrășămintele minerale, comparativ cu celelalte variante studiate.

Tabelul 2. Folosirea apei din sol și precipitații de cultura grâului de toamnă pe diferite sisteme de fertilizare în experiența de câmp de lungă durată a ICC „Selecția”, anii 2009-2014

Variante de fertilizare	Stratul de sol, cm	Rezerve de apă în sol, mm		Consumul de apă în sol în perioada de vegetație, mm	Pondere a apei din 0-100 cm în consum de apă din 0-200 cm, %	Precipitații, mm	Consumul total de apă, mm	Recolta, t/ha	Consumul apei din sol (tone) pentru formarea 1 tone substanță uscată producție de bază	Consumul total de apă (tone) pentru formarea 1 tone substanță uscată producție de bază	Pondere a apei din precipitații în consumul total de apă, %
		primăvara	toamna								
(1) Fără fertilizare	0-100	144,1	83,8	60,3	39,9	227,8	378,8	3,82	459,6	1153,1	60,1
	0-200	293,8	142,8	151,0							
(3) NPK	0-100	168,1	78,0	90,1	55,2	227,8	391,1	4,44	427,7	1024,3	58,3
	0-200	303,2	139,9	163,3							

(6) NPK+10 t/ha gunoi de grajd	0- 100	167,5	79,1	88,4	54,6	227,8	389,7	4,43	425,0	1022,9	58,5
	0- 200	317,4	155,5	161,9							
(9) NPK+15 t/ha gunoi de grajd	0- 100	168,1	85,3	82,8	47,2	227,8	403,3	3,91	521,9	1199,4	56,5
	0- 200	325,0	149,5	175,5							
(11) 15t/ha gunoi de grajd	0- 100	164,5	82,5	82,0	51,7	227,8	386,5	3,74	493,4	1201,7	58,9
	0- 200	303,4	144,7	158,7							

Astfel, rezerva de apă accesibilă primăvara, în stratul de sol 0-200 cm, pentru variantele cu îngrășămintele organice în amestec cu îngrășămintele minerale a constituit în mediu pe rotație (2009-2014) 317,4 și 325,0 mm, comparativ cu 303,2-303,4 mm pe variantele cu fertilizare minerală și organică separată. Cea mai mică rezervă de apă accesibilă primăvara, în stratul de sol 0-200 cm, a fost determinată pe martorul absolut – 293,8 mm.

Totodată, toate variantele fertilizate cu îngrășămintă organice și minerale, atât separat, cât și în amestec, au condus la o acumulare a unei rezerve mai mari de apă accesibilă în stratul 0-100 cm (164,5-168,1 mm, comparativ cu martorul absolut (144,1 mm).

Consumul de apă în perioada de vegetație a grâului de toamnă din stratul 0-100 cm pe fondurile fertilizate a depășit consumul de apă pe varianta nefertilizată cu 21,7-29,8 mm. Variantele fertilizate se deosebesc nu numai prin o acumulare mai mare a rezervelor de apă accesibilă în stratul 0-200 cm și, în deosebi, în 0-100 cm, dar și printr-un consum mai înalt de apă. Accesul la rezervele de umiditate din stratul 100-200 cm determină un spor mai înalt de producție pe fondurile fertilizate comparativ cu fondul nefertilizat.

Ponderea startului 0-100 cm în consumul de apă din startul de sol 0-200 cm pe fond nefertilizat constituie 39,9%, iar pe variantele fertilizate – 47,2-55,2%. Astfel, în lipsa fertilizării plantele folosesc mai multă energie pentru a extrage apa necesară din straturile mai adânci ale solului, ceea ce și determină o rezistență mai mică la secetă.

Consumul total de apă (din sol și din precipitații) este practic similar pe toate variantele studiate în experiență. Calculele consumului de apă au fost efectuate la o unitate de substanță uscată producție de bază (86% din masa boabelor cu un conținut de 14% umiditate). Consumul de apă din sol pentru formarea unei tone substanță uscată producție de bază la grâul de toamnă pe martor a constituit în medie pentru perioada 2009-2014 – 459,6 tone, iar pe variantele fertilizate – 425,0-521,9 tone. Consumul total de apă (din sol + precipitații) constituie 1153,1 tone pe martor absolut și 1022,9-1201,7 tone pe fond fertilizat. Se observă o tendință de prevalare a apei din precipitații atmosferice în formarea producției de boabe pe martorul absolut (60,1%) și reducerea dependenței producției de boabe de apă din precipitații pe variantele fertilizate (56,5-58,9%).

În perioada 2003-2008 (tab. 3) rezervele de apă accesibilă primăvara în stratul 0-200 cm au fost mai mari pe martorul absolut comparativ cu variantele fertilizate – 324,8 mm și 307,9-303,9 mm, corespunzător.

Tabelul 3. Folosirea apei din sol și din precipitații de cultura grâului de toamnă pe diferite sisteme de fertilizare în experiența de câmp de lungă durată a ICC „Selecția”, anii 2003-2008

Variante de fertilizare	Stratul de sol, cm	Rezerve de apă în sol, mm		Consumul de apă în sol în perioada de vegetație, mm	Pondere a apei din 0-100 cm în consum de apă din 0-200 cm, %	Precipitații, mm	Consumul total de apă, mm	Recolta, t/ha	Consumul apei din sol (tone) pentru formarea 1 tone substanță uscată producție de bază	Consumul total de apă (tone) pentru formarea 1 tone substanță uscată producție de bază	Pondere a apei din precipitații în consumul total de apă, %
		primăvara	toamna								
(1) Fără fertilizare	0-100	145,5	74,5	71,0	54,8	189,3	318,8	3,23	466,2	1147,7	59,4
	0-200	324,8	195,3	129,5							
(3) NPK	0-100	140,4	58,6	81,8	60,1	189,3	325,4	3,97	398,6	953,1	58,2
	0-200	307,9	171,8	136,1							
(6) NPK+ 10 t/ha gunoi de grajd	0-100	141,7	50,6	91,1	56,6	189,3	350,1	4,12	453,8	988,1	54,1
	0-200	303,9	143,1	160,8							

Consumul de apă accesibilă din stratul de sol 0-200 cm în perioada de vegetație a constituit 129,5 mm și 136,1-160,8 mm, corespunzător, pe martor nefertilizat și pe fond fertilizat cu îngrășăminte minerale și organo-minerale (10 t/ha gunoi de grajd + NPK). Pondere a apei consumate din stratul 0-100 cm în consumul apei din stratul 0-200 cm a constituit: pe martor absolut – 54,8%; iar pe fond fertilizat cu îngrășăminte minerale și organo-minerale – 60,1 și 56,6% corespunzător.

Consumul de apă din sol pentru formarea unei tone de boabe substanță uscată pe martorul nefertilizat a constituit 466,2 tone, iar pe fond fertilizat cu îngrășăminte minerale și organo-minerale – 398,6 și 453,8 tone, corespunzător. Aceeași tendință rămâne pentru consumul total de apă pentru formarea unei tone de substanță uscată producție de bază din stratul de sol 0-200 cm. Se observă aceeași tendință de reducere a dependenței formării producției pe variantele fertilizate din apa precipitațiilor atmosferice. Pondere a apei din precipitațiile atmosferice în consumul total de apă a constituit pe martorul absolut 59,4%, iar pe variantele fertilizate cu îngrășăminte minerale și organo-minerale – 58,2 și 54,1%, corespunzător.

SFECLA DE ZAHĂR

Rezervele de apă accesibilă primăvara, în perioada 2009-2014, atât în stratul 0-200 cm, cât și 0-100 cm pe fondurile fertilizate depășesc rezervele de apă accesibilă pe martorul absolut (tab. 4). Consumul de apă din ambele straturi de sol la fel este mai mare pe variantele fertilizate comparativ cu varianta nefertilizată.

Pondere a apei folosite din stratul de sol 0-100 cm în consumul de apă din stratul de sol 0-200 cm a constituit 48,5% pe martorul nefertilizat și 53,5-66,4% pe variantele fertilizate cu

excepția variantei cu folosirea îngrășămintelor organice (10 t/ha) și îngrășămintele minerale (43,9%).

Calculul consumului de apă au fost efectuate la o unitate de substanță uscată producție de bază (22% din masa rădăcinilor recoltate). Consumul apei din sol pentru formarea unei unități de producție de bază la sfecla de zahăr este mai mic decât la grâul de toamnă, dar analogic grâului de toamnă este influențat de fondul de fertilizare. Cel mai rațional este folosită apa din sol pe fond fertilizat comparativ cu fondul nefertilizat. Astfel, consumul de apă accesibilă din sol pentru formarea unei tone de substanță uscată producție de bază pe fond nefertilizat constituie 252,9 tone, iar pe fond fertilizat – cu îngrășămintele organice, organo-minerale și minerale – 181,4-229,3 tone.

Ponderea apei din precipitații în consumul total de apă a fost mai mare pe martorul absolut – 59,5% și s-a redus pe variantele fertilizate cu îngrășămintele minerale și organo-minerale – 55,1-56,1%. Excepție prezintă varianta cu îngrășămintele organice, unde ponderea apei din precipitații domină în consumul total de apă – 58,3%. Varianta cu fertilizare organică necesită o evaluare mai profundată pe viitor.

Tabelul 4. *Folosirea apei din sol și precipitații de cultura sfeclei de zahăr pe diferite sisteme de fertilizare în experiența de câmp de lungă durată a ICCC „Selecția”, anii 2009-2014*

Variante de fertilizare	Stratul de sol, cm	Rezerve de apă în sol, mm		Consumul de apă în sol în perioada de vegetație, mm	Pondere apei din 0-100 cm în consum de apă din 0-200 cm, %	Precipitații, mm	Consumul total de apă, mm	Recolta, t/ha	Consumul apei din sol (tone) pentru formarea 1 tone substanță uscată producție de bază	Consumul total de apă (tone) pentru formarea 1 tone substanță uscată producție de bază	Pondere apei din precipitații în consumul total de apă, %
		primăvara	toamna								
(1) Fără fertilizare	0-100	123,7	50,9	72,9	48,5	198,4	333,6	24,3	252,9	624,0	59,5
	0-200	265,4	130,2	135,2							
(3) NPK	0-100	131,2	43,1	88,1	53,5	198,4	355,8	31,2	229,3	518,4	55,8
	0-200	270,6	113,2	157,4							
(6) NPK+10 t/ha gunoi de grajd	0-100	128,8	52,6	76,2	43,9	198,4	353,7	34,6	204,0	464,7	56,1
	0-200	277,7	122,4	155,3							
(9) NPK+15 t/ha gunoi de grajd	0-100	133,0	54,6	78,4	61,1	198,4	359,8	37,2	197,2	439,6	55,1
	0-200	283,9	122,5	161,4							
(11) 15 t/ha gunoi de grajd	0-100	128,8	57,3	71,5	66,4	198,4	340,5	35,6	181,4	434,8	58,3
	0-200	258,1	116,0	142,1							

În perioada 2003-2008 rezervele de apă accesibilă în primăvară au fost la același nivel ca și în perioada ulterioară, însă consumul de apă accesibilă din ambele straturi de sol a fost mai mic (tab. 5). Corespunzător, a scăzut și ponderea stratului 0-100 cm în consumul de apă din stratul de sol 0-200 cm, fiind mai mic pe martorul absolut – 34,6% și crescând pe variantele fertilizate – 40,5-40,9%.

Tabelul 5. Folosirea apei din sol și precipitații de cultura sfeclei de zahăr pe diferite sisteme de fertilizare în experiența de câmp de lungă durată a ICCC „Selecția”, anii 2003-2008

Variante de fertilizare	Stratul de sol, cm	Rezerve de apă în sol, mm		Consumul de apă în sol în perioada de vegetație, mm	Ponderea apei din 0-100 cm în consum de apă din 0-200	Precipitații, mm	Consumul total de apă, mm	Recolta, t/ha	Consumul apei din sol (tone) pentru formarea 1 tone substanță uscată producție de bază	Consumul total de apă (tone) pentru formarea 1 tone substanță uscată producție de bază	Ponderea apei din precipitații în consumul total de apă, %
		primăvara	toamna								
(1) Fără fertilizare	0-100	128,5	92,2	36,3	34,6	292,2	397,1	20,7	230,4	872,0	73,6
	0-200	300,6	195,7	104,9							
(3) NPK	0-100	122,6	90,4	32,2	40,5	292,2	371,8	34,8	104,0	485,6	78,6
	0-200	261,5	181,9	79,6							
(6) NPK+10 t/ha gunoi de grajd	0-100	130,1	74,1	56,0	40,9	292,2	429,3	38,6	161,5	505,5	68,1
	0-200	277,5	140,4	137,1							

Analogic grâului de toamnă, plantele sunt nevoite să folosească o cantitate mai mare de apă din straturile mai adânci ale solului cu reducerea ulterioară a nivelului de producție. Consumul de apă din sol pentru formarea unei tone substanță uscată de producție de bază a constituit pe martor absolut 230,4 tone, iar pe fond fertilizat cu îngrășăminte minerale și organo-minerale – 104,0 și 161,5 tone, corespunzător.

Consumul total de apă (din sol + precipitații) a alcătuit pe martor absolut 872,0 tone la o tonă producție de bază și 485,6-505,5 tone pe fond fertilizat cu îngrășăminte minerale și organo-minerale, corespunzător. Ponderea apei din precipitații în consumul total de apă este mai mare pe martorul nefertilizat și la folosirea îngrășămintelor minerale (73,6 și 78,6%, corespunzător), dar scade la aplicarea îngrășămintelor organo-minerale.

Dacă comparăm perioada 2003-2008 cu perioada 2009-2014 la ambele culturi, apoi putem observa că în ambele cazuri scade ponderea apei din precipitații în consumul total de apă. Probabil, această situație este cauzată de majorarea temperaturilor în timpul perioadei de vegetație, care conduc la sporirea pierderilor evapotranspiraționale. Odată cu reducerea ponderii apei din precipitații în consumul total de apă pentru formarea nivelului de producție a culturilor de câmp crește importanța solului în îndeplinirea plantelor cu rezervele necesare de apă accesibilă. La moment nu cunoaștem care este ponderea diferitor straturi de sol în asigurarea plantelor cu elemente nutritive.

Astfel, accentul în condițiile încălzirii globale trebuie plasat pe ameliorarea calității solului în vederea asigurării plantelor cu cantitățile necesare de apă accesibilă în sol.

CONCLUZII:

1. Tendințele de micșorare a nivelului de producție sub influența reducerii cantității de precipitații pe parcursul ultimilor ani agricoli, inclusiv în perioada de vegetație, impune necesitatea unui studiu mai aprofundat referitor la folosirea mai rațională a apei din sol și precipitații sub influența diferitor procedee agrotehnice.

2. Fertilizantii contribuie la o folosire mai rațională a apei din sol și precipitații atmosferice pentru formarea unei tone producție de bază, în deosebi, la cultivarea sfecei de zahăr. În lipsa fertilizării plantele sunt nevoite să dezvolte un sistem radicular capabil să folosească apă din straturile mai adânci ale solului.
3. În condițiile manifestării tot mai frecvente a încălzirii globale ponderea apei din precipitații în consumul total de apă pentru formarea producției rămâne la același nivel în cazul amplasării grâului de toamnă după premergători timpurii, iar la cultura sfecei de zahăr scade de la 68,1-78,6% în 2003-2008 până la 55,1-59,5% în 2009-2014, corespunzător. Astfel crește rolul calității solului în asigurarea necesităților culturilor în apă accesibilă pentru formarea nivelului scontat de producție.
4. Secetele frecvente, dar, în deosebi, arșița contribuie la majorarea rolului straturilor mai adânci ale solului în aprovizionarea plantelor cu apă.

BIBLIOGRAFIE:

1. Timo, Kautz; Wulf, Amelung; Frank, Ewort and others. Nutrient acquisition from arable sub soils in temperate climates: A review. In: Soil Biology and Biochemistry, 57, 2013, pp. 1003-1022.
2. Stephen, R. Gliessman. Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Editor: Eric Engles. Lewis Publishers, CRC Press, Boca Ration, Florida, USA, 2000. 357 p.