

УДК 633.63:631.432

## БАЛАНС ВОДНОГО РЕЖИМУ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**ЦВЕЙ Я.П.,**

*зав. лабораторією,*

*кандидат с.-г. наук,*

**РЕМЕНЮК Ю.О.,**

*старший науковий співробітник,*

**МАЦЕВЕЦЬКА Н.М.,**

*провідний науковий співробітник,*

*кандидат с.-г. наук,*

**ГОРОБЕЦЬ А.М.,**

*зав. лаб. агротехнологій,*

**ГЕРАСИМЕНКО В.В.,**

*науковий співробітник -*

*Інститут цукрових буряків НААНУ,*

**МОСТЬОВНА Н.А.,**

*науковий співробітник -*

*Веселоподільське відділення*

*Інституту цукрових буряків*

*НААНУ*

**Вступ.** Вивчення водного режиму ґрунту вперше розпочато в нашій країні більш ніж 100 років тому Г.М.Висоцьким. Ним закладено основи вчення про водний режим ґрунтів [3].

Використовуючи розробки Висоцького, а також проводячи поглиблений аналіз інших дослідників, О.А.Роде склав чітку систему типів водного режиму ґрунтів. За його визначенням водний режим це сукупність всіх явищ надходження вологи в ґрунт, її переміщення, утримання в ґрунті та витрат з ґрунту. Водний режим ґрунту часто визначається його водним балансом, тобто сукупністю величин початкового та кінцевого вологозапасів в ґрунті та всіх видів надходження вологи в ґрунт і її витрат [5].

Витрати вологи з ґрунту відбуваються, головним чином, за рахунок відтягування її кореневою системою рослин (за термінологією Висоцького - десукція) і транспірації (випаровування води листковою поверхнею рослини).

Окрім десукції та транспірації, значна частина ґрунтової води втрачається в атмосферу із-за випаровування самим ґрунтом - тобто за рахунок фізичного випаровування.

Маючи вихідні дані по надходженню та витратах вологи, можна обрахувати водний баланс в загальному вигляді.

Регулювання водного балансу полів має надзвичайно важливе значення, оскільки воно спрямоване, насамперед, на забезпечення рослин необхідною кількістю вологи в той момент, коли атмосферних опадів для цього не вистачає, або ж на відведення зайвої води при надмірному зволоженні ґрунту. Таке ре-

гулювання в короткоротаційних сівозмінах з різним набором культур здійснюють як зі зменшенням чи збільшенням фізичного випаровування з ґрунту, залежно від виду рослин, площі покритої поверхні, так і проведенням різних агротехнічних заходів.

Динаміка вологості ґрунту впродовж вегетаційного періоду тісно пов'язана з біологічними особливостями рослин [1, 3].

Озима пшениця, горох, ячмінь інтенсивно використовують ґрунтову вологу в першій половині вегетації, цукрові буряки, кукурудза - в другій половині. Витрати вологи цукровими буряками та кукурудзою в першій половині вегетації зумовлені більш інтенсивним фізичним випаровуванням, так як біля 40-70 % поверхні ґрунту в цей час залишається відкритою. Після змикання листків у рядках, а далі і у міжряддях, різко збільшується процес транспірації.

**Методика досліджень.** В багатofакторному стаціонарному досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції в зоні недостатнього зволоження вивчали комплексний вплив короткоротаційних сівозмін з різним набором культур на різних фонах удобрення на водний режим ґрунту та ступінь забезпечення рослин вологою. Дослід закладений у 1979 році, ґрунт - чорнозем типовий потужний слабосолонцюватий малогумусний середньо суглинковий, рН - 7,2-7,4, вміст гумусу 3,6-4,2%. Повторність чотириразова, розміщення варіантів у сівозміні систематичне зі зміщенням на просторі. Площа посівної ділянки 182,5 м<sup>2</sup>, облікової - 100 м<sup>2</sup>.

Спостереження за динамікою вологи в ґрунті проводили в чотирьох короткоротаційних сівозмінах з таким чергуванням культур: плодозмінна - еспарцет + костриця лучна - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь + багаторічні трави; просапна - кукурудза на силос - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь; зернопаропросапна (парова) - чорний пар - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь; зернопросапна (зернова) - озима пшениця - озима пшениця - цукрові буряки - горох.

Багатofакторний стаціонарний дослід включає різні способи основного обробітку ґрунту. Наші дослідження з вивчення водного режиму проводилися на варіанті ґранки під усі культури на глибину 20-22 см та під цукрові буряки на 28-30 см на фоні внесення добрив: 6,25 т/га гною + N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>45</sub> на 1 га за ротацію сівозміни та без добрив. При визначенні балансу водного режиму та розрахунку водоспоживання враховували показники вологості ґрунту на початок та кінець вегетації в 1,5 м шарі ґрунту та кількості опадів за цей період [2].

**Результати досліджень.** У зоні діяльності станції одним із головних факторів, що визначає продуктивність культур є волога.

Дослідження показали, що існує прямий зв'язок між запасами продуктивної вологи та врожайністю культур сівозміни.

За 28 років спостережень лише 10 % з них під час сівби буряків відзначалися добрими запасами продуктивної вологи в ґрунті (більше ніж 160 мм в метровому шарі), 79 % були задовільними (130-160 мм), а 11 % - недостатніми (80-130 мм).

Культури здатні впливати на водний режим ґрунту. Так, рослини озимої пшениці від розмірзання ґрунту до виходу в трубку використовували 40 % вологи в основному з верхнього (0-50 см) шару ґрунту і частково - 11% з шару 50-100 см, а у фазу наливу зерна навпаки - 56 % вологи рослини пшениці споживали з нижнього 100-150 см шару. Багаторічні трави на початку вегетації з верхніх шарів використовували значно більше вологи - 76 %, а з 100-150 см шару - 22 %. Аналогічно використовували ґрунтову вологу і рослини ячменю та гороху. Кукурудза використовувала вологу з метрового горизонту - 49 %, з 100-150 см шару - 31 %. Досить інтенсивно висушували ґрунт рослини цукрових буряків. В середньому за роки досліджень вони використовували з шару 0-100 см - 64 % вологи, а з 100-150 см - 35 %.

За кількістю використаної з ґрунту на формування врожаю вологи дослідні

**Таблиця 1.** Динаміка продуктивної вологи ґрунту (мм) в полі озимої пшениці залежно від попередників (1979-2007 рр.) ВПДСС

Термін спостереження	Попередник							
	Чорний пар		Багаторічні трави		Горох		Кукурудза МВС	
	0-50	0-150	0-50	0-150	0-50	0-150	0-50	0-150
Сівба	84	255	59	191	62	208	28	120
Відновлення вегетації	103	298	93	264	95	274	91	268
Збирання	31	88	24	72	21	93	22	106

культури можна розмістити в такому порядку: багаторічні трави однорічного використання, горох, ячмінь, кукурудза, озима пшениця і цукрові буряки.

Чорний пар в даній зоні сприяє накопиченню вологи, особливо в роки її дефіциту. Так, за 1979-2007 рр. на період сівби озимої пшениці запаси вологи в 1,5 метровому шарі ґрунту після чорного пару становили 255 мм, багаторічних трав – 191, гороху – 208, кукурудзи молочко-воскової стиглості – 120 мм, така закономірність спостерігалася і на період відновлення її вегетації та збирання (табл. 1).

При розрахунку балансу водного режиму в чотирьох короткоротаційних сівозмінах на посівах цукрових буряків та озимої пшениці встановлено, що **плодозмінна** сівозмінна в плані забезпечення цукрових буряків вологою була однією з найбільш сприятливих (табл. 2). Так, навіть на контрольному варіанті сівозміни, де впродовж 28 років добрива не вносились, отримано достатньо високу врожайність коренеплодів – 34,4 т/га (що перевищувало показники просапної, парової та зернопросапної сівозмін на 4,8-13,2 т/га).

На варіанті з внесенням добрив (зокрема під цукрові буряки 25 т/га гною +  $N_{135}, P_{180}, K_{135}$ ) урожайність коренеплодів в цій сівозміні складала 47,2 т/га.

Сумарне водоспоживання цукрових буряків в плодозмінній сівозміні на варіанті без добрив становило 4530 м<sup>3</sup>/га, з їх внесенням – 4370 м<sup>3</sup>/га, що не суттєво перевищувало інші сівозміни. Зате витрати води на формування 1 т коренеплодів у цій сівозміні були найнижчими. Так, на варіанті без добрив вони становили 132 м<sup>3</sup>/т в той час як у паровій, зерновій та просапній сівозмінах втрати

води на 1 т коренеплодів складала 143-204 м<sup>3</sup>. На 1 т цукру в плодозмінній сівозміні витрачалося 743 м<sup>3</sup> води, близькими показники витрат води на формування 1 т цукру у паровій ланці сівозміни (785 м<sup>3</sup>/т), значно вищими вони були на варіантах зернової та просапної сівозмін (815 та 1108 м<sup>3</sup>/т).

Застосування добрив сприяло більш раціональному використанню вологи у всіх сівозмінах. Так, витрати води на удобрення варіантах на формування урожаю як коренеплодів, так і цукру знижувалися порівняно до удобрених в 1,4-2,0 рази. Зокрема у плодозмінній сівозміні витрати води на формування 1 т коренеплодів на удобрених варіантах становили 93, у паровій – 87, зерновій – 75 і просапній 95 м<sup>3</sup>/т, що було меншим ніж на варіантах без добрив відповідно в 1,4, 1,6, 2,1 рази, на формування 1 т цукру відповідно 514 м<sup>3</sup> проти 525 у паровій, 429 у зерновій і 566 м<sup>3</sup>/т у просапній.

Тобто, плодозмінна сівозмінна як з внесенням добрив, так і без них забезпечує більш раціональне використання води на формування одиниці врожаю.

За рівнем продуктивності та забезпеченості рослин цукрових буряків вологою на другому місці знаходилась зернопаропросапна (парова) сівозмінна з чорним паром.

**Зернопросапна** (зернова) сівозмінна з горохом за вологозабезпеченістю рослин цукрових буряків протягом вегетації в цілому за роки спостережень була на рівні сівозміни з кукурудзою (просапної). Сумарне водоспоживання рослин в зерновій сівозміні складало 3910 м<sup>3</sup>/га на варіанті без добрив і 3690 м<sup>3</sup>/га з їх внесенням, що на 330-620 м<sup>3</sup>/га і на 670-680 м<sup>3</sup>/га відповідно нижче ніж в

інших сівозмінах. Така ж закономірність зберігалась і відносно кількості витраченої вологи на формування одиниці продукції. Більш раціонально використання води на 1 т коренеплодів проходило на варіантах з внесенням добрив – 75 м<sup>3</sup>/т проти 160 м<sup>3</sup>/т без внесення; на 1 т цукру відповідно 429 м<sup>3</sup>/т проти 815 м<sup>3</sup>/т. Тобто на удобрених варіантах кількість спожитої води цукровими буряками в зерновій сівозміні збільшувалась майже вдвічі (в 1,9-2,1 рази).

Умови вирощування цукрових буряків в зернопросапній сівозміні погіршувалися також і за рахунок більшої кількості бур'янів, які також конкурували за споживання води.

За продуктивністю цукрових буряків в зерновій сівозміні в середньому за сім ротаций зберігається закономірність такого порядку.

Урожайність коренеплодів та збір цукру на варіанті без добрив становили 24,5 та 4,8 т/га, на удобрених ділянках відповідно 49,0 і 8,6 т/га, що менше ніж у паровій без добрив на 5,1 і 0,6 т/га; з добривами на 1,3 і 0,3 т/га, та плодозмінній відповідно без добрив на 9,9 і 1,3 т/га, з добривами на однаковому рівні, але перевищувала показники продуктивності просапної сівозміни як без добрив, так і з їх внесенням на 8-10 %.

У **просапній** сівозміні, кукурудза на силос, зібрана у фазі молочко-воскової стиглості, проявилася як один з найгірших передпопередників цукрових буряків. Негативні обмежуючі фактори у просапній сівозміні, які знижували продуктивність цукрових буряків, спричинені, в першу чергу, біологічними особливостями кукурудзи, як культури, яка інтенсивно для свого розвитку викорис-

**Таблиця 2.** Водний режим ґрунту та баланс вологи на посівах цукрових буряків в короткоротаційних сівозмінах, ВПДСС (1980-2007 рр.).

№ вар.	Зміст варіантів	Продуктивна волога в 1,5 м шарі, мм		Витрати води з 1,5 м шару ґрунту, мм	Кількість опадів за вегетацію мм	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Урожайність коренеплодів, т/га	Збір цукру, т/га	Витрати води на 1 т, м <sup>3</sup>	
		на період сівби	на період збирання						коренеплодів	цукру
Плодозмінна сівозмінна (Еспарцет + костриця лучна - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь + багаторічні трави)										
9	Без добрив	239	54	185	268	4530	34,4	6,1	132	743
11	25 т + $N_{135}, P_{180}, K_{135}$	239	70	169	268	4370	47,2	8,5	93	514
Просапна сівозмінна (Кукурудза МВС - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь)										
27	Без добрив	241	77	164	268	4320	21,2	3,9	204	1108
29	25 т + $N_{135}, P_{180}, K_{135}$	234	66	168	268	4360	46,1	7,7	95	566
Зернопаропросапна (парова) сівозмінна (Чорний пар - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь)										
45	Без добрив	245	89	156	268	4240	29,6	5,4	143	785
47	25 т + $N_{135}, P_{180}, K_{135}$	241	73	168	268	4360	50,3	8,3	87	525
Зернопросапна (зернова) сівозмінна (Озима пшениця - озима пшениця - цукрові буряки - горох)										
63	Без добрив	188	65	123	268	3910	24,5	4,8	160	815
65	25 т + $N_{135}, P_{180}, K_{135}$	173	72	101	268	3690	49,0	8,6	75	429

Таблиця 3. Водний режим та баланс вологи в полі озимої пшениці в короткоротаційних сівозмінах, ВПДСС (1979-2008 рр.)

№ вар.	Зміст варіантів	Продуктивна волога в 1,5 м шарі, мм		Витрати води з 1,5 м шару ґрунту, мм	Опади за вегетацію мм	Сумарне водоспоживання, м³/га	Урожай зерна, т/га	Витрати води на 1 т, м³
		на період сівби	на період збирання					
Плодозмінна сівозміна (Еспарцет + костриця лучна - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь + багаторічні трави)								
9	Без добрив	175	63	112	418	5300	4,3	1233
11	N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	181	74	107	418	5250	4,9	1071
Просапна сівозміна (Кукурудза МВС - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь)								
27	Без добрив	137	108	29	418	4470	2,7	1656
29	N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	152	94	58	418	4760	4,1	1161
Зернопаропросапна сівозміна (Чорний пар - озима пшениця - цукрові буряки - ячмінь)								
45	Без добрив	237	84	153	418	5710	5,7	1002
47	N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	228	78	150	418	5680	6,0	947
Зернопросапна сівозміна (Озима пшениця - озима пшениця - цукрові буряки - гророх)								
63	Без добрив	178	80	98	418	5160	2,8	1843
65	N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub>	220	85	135	418	5530	4,3	1286

товує крім поживних речовин, велику кількість продуктивної вологи. Урожайність цукрових буряків в просапній сівозміні була найнижчою, на варіанті без добрив вона складала 21,2 т/га, з добривами – 46,1 т/га і порівняно до плодозмінної знизилась відповідно, на 13,2 і 1,1 т/га, до парової на 8,4 і 4,2 т/га та зернової на 3,3 і 2,9 т/га. Збір цукру з 1 га змінювався в такій же закономірності.

Коефіцієнт водоспоживання (витрати води на 1 т коренеплодів) також самий високий у просапній сівозміні на варіанті без добрив - 204 м³ проти 130-160 м³/т в інших сівозмінах, а з внесенням добрив відповідно – 95 м³/т проти 75 – 93 м³/т. Витрати води на 1 т цукру у просапній сівозміні на варіанті без добрив досягали 1108 м³, що вище ніж у плодозмінній на 365 м³, паровій на 323, зернової на 293 м³/т. На удобрених ділянках витрати води на формування 1 т цукру становили у просапній сівозміні 566 м³/т, що на 41-137 м³/т вище в порівнянні з іншими сівозмінами.

Для озимої пшениці найкращі умови водного режиму склалися в зернопаропросапній (паровій) сівозміні після чорного пару. Сумарне водоспоживання озимої пшениці в цій сівозміні було досить високим 5710-5680 м³/га, проте витрати води на формування 1 т зерна були найменшими 1002 м³ на варіанті без добрив та 947 м³ з їх внесенням. Врожайність зерна була найвищою і становила - 5,7 та 6,0 т/га (без добрив та з їх внесенням) проти 4,3 і 4,9 т/га у плодозмінній сівозміні і 2,7 та 4,3 т/га у просапній та зернової сівозмінах (табл. 3).

Для озимої пшениці також сприятливо складався водний режим і в плодозмінній сівозміні. Продуктивної вологи в шарі 0-50 см на період сівби озимої пшениці і відновлення вегетації було достатньо. На період збирання урожаю запаси продуктивної вологи зменшували-

ся, однак не знижувалися до критичних величин і знаходилися на рівні найбільш оптимальної – парової сівозміни. Витрати вологи на 1 т зерна у плодозмінній сівозміні були дещо вищими ніж у паровій і становили 1233 м³ на фоні без добрив і 1071 з добривами.

В той час як у просапній сівозміні на варіантах без добрив витрати води на формування 1 т зерна склали 1656 м³, зернової - 1843 м³, а з внесенням добрив відповідно 1161 і 1286 м³/т, тобто витрати води збільшувалися в порівнянні до плодозмінної сівозміни в 1,2 -1,5 рази, парової в 1,2-1,8 рази.

Урожайність зерна озимої пшениці у плодозмінній сівозміні на варіанті без внесення добрив складала 4,3 т/га, з внесенням – 4,9 т/га і була вищою порівняно до просапної відповідно в 1,6-1,2 рази та зернової в 1,5-1,1 рази.

**Висновки.**

1. В зоні недостатнього зволоження лівобережного Лісостепу України оптимальний водний режим впродовж вегетації для цукрових буряків формувався в плодозмінній і паровій сівозмінах, для озимої пшениці – в паровій.

2. На формування 1 т коренеплодів цукрових буряків витрати вологи у плодозмінній сівозміні становили 132 м³ на фоні без внесення добрив, (урожайність – 34,4 т/га) і 93 м³ на фоні удобрення (урожайність 47,2 т/га); у паровій сівозміні – 143 і 87 м³, відповідно максимальну урожайність - 50,3 т/га одержали в цій сівозміні на удобреному фоні.

3. Урожай зерна озимої пшениці був максимальним у паровій сівозміні і становив – 5,7 т/га на фоні без добрив і 6,0 т/га з їх внесенням, витрати води – мінімальні, (1002 і 947 м³/т відповідно)

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений. Л., Гидрометеиздат. 1954.
2. Вериго С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага и ее значение в сельскохозяйственном производстве. Л., Гидрометеиздат. 1963.
3. Высоцкий Г.Н. Режим почвенной влажности, грунтовых вод и солей в степных и лесостепных почвогрунтах. - В кн.: Тр. I Всесоюзного гидрологического съезда. Вып.6. М.-Л., Гостеолитиздат, 1933.
4. Качинский Н.А. О влажности почвы и методах ее изучения. Л., 1930.
5. Роде А.А. Водный режим почв и его типы. - Почвоведение, 1956, № 4.

**АНОТАЦІЯ**

Баланс водного режиму ґрунту формується в залежності від вирощуваної культури, стану поверхні поля, запасів вологи, кількості атмосферних опадів у відповідний період. Найбільш сприятливо водний режим складається для цукрових буряків і озимої пшениці в умовах недостатнього зволоження в плодонасінній і зернопаропросапній (паровій) короткоротаційній сівозміні в плані забезпечення рослин вологою з максимальною продуктивністю.

**АННОТАЦИЯ**

Баланс водного режима почвы формируется в зависимости от выращиваемой культуры, состояния поверхности поля, запасов влаги, количества атмосферных осадков в определенный период. Наиболее благоприятно водный режим складывался для сахарной свеклы и озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения в плодосменном и зернопаропросапном (паровом) короткоротационном севооборотах в плане обеспечения растений влагой с максимальной продуктивностью.

**ANNOTATION**

Water regime balance of a soil is formed depending on the crop grown, state of field surface, initial water reserves, quantity of precipitations in the given period. The most favorable water regime was formed for sugar beet and winter wheat under conditions of insufficient moistening in field crop and gram-row crop (fallow) short-term rotations as to provision of plants with water and obtaining maximum productivity.