

ВОДНИЙ РЕЖИМ У ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Циліорик О. І.

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Кохан А. В.

Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова Інституту свинарства і агропромислового виробництва

Судак В. М., Горбатенко А. І.

ДУ Інститут зернових культур НААН України

Доведено високу ефективність мульчувального обробітку ґрунту (чизельне і плоскорізне розпушування) на фоні післяжнивних решток попередника (пшениця озима), які сприяють додатковому ($45\text{--}113\text{ м}^3/\text{га}$) накопиченню продуктивної вологи в шарі 0–150 см, підвищенню рівня засвоєння опадів осінньо-зимового періоду до 45,4–47,8 %, більш економному витрачання води на створення одиниці сухої речовини урожаю та формуванню високої продуктивності соняшнику ($2,53\text{--}2,72\text{ т/га}$) порівняно з оранкою.

Ключові слова: соняшник, мульчувальний обробіток ґрунту, ґрунтова волога, післяжнивні рештки, добрива, урожайність

Вступ. Рівень врожайності соняшнику значною мірою залежить від резервів ґрунтової вологи, яка потрібна для проростання насіння та укорінення проростків, транспірації, терморегуляції, надходження поживних речовин в рослинний організм і належного його функціонування протягом вегетаційного періоду [1–3].

Накопичення і раціональне використання ґрунтової вологи найбільш актуальні в степовій зоні з недостатнім і нестійким зволоженням, де сумарні втрати її на стік і непродуктивне випаровування досягають половини річної норми опадів. При високому антропогенному навантаженні водний режим ґрунту може значно погіршуватися, тому досить важливим є нагромадження запасів вологи в нижній частині кореневмісного шару (100–150 см) звідки вона поступово переміщується у висхідному напрямку під дією певного градієнта [4–6].

Мета досліджень – встановити вплив різних способів основного обробітку ґрунту та внесення мінеральних добрив на фоні післяжнивних решток попередника на водоспоживання і продуктивність соняшнику, економічну ефективність його вирощування в умовах північного Степу України.

Умови і методика проведення досліджень. Дослідження проводили протягом 2011–2015 рр. у стаціонарному польовому досліді ДПДГ «Дніпро» Інституту сільського господарства степової зони у п'ятипільній короткоротаційній сівозміні: чистий пар – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза. В посівах соняшнику вивчали ефективність 4-х способів основного обробітку ґрунту з загортанням післяжнивних решток: 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см – ПО-3-35; 2. Безполицевий (чизельний) на 14–16 см – канадським чизель культиватором Conser Till Plow-6000, (мульчувальний); 3. Безполицевий (плоскорізний) на 12–14 см – КШН-5,6 «Резидент» (мульчувальний); 4. Безполицевий (дисковий) на 10–12 см – БДВ-3 (мульчувальний).

Схема досліді передбачала використання у сівозміні післяжнивних решток попередника (пшениця озима) як органічного добрива. Враховуючи це, дослід проводили на трьох фонах удобрення: 1) Без добрив + післяжнивні рештки попередника; 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника; 3) $N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника. Мінеральні добрива вносили навесні розкидним способом під передпосівну культивуацію.

Агротехніка вирощування соняшнику (гібрид Ясон) у дослідах – загальноприйнята для зони Степу. Для знищення бур'янів вносили ґрунтовий гербіцид харнес (2,5 л/га) та розпушували міжряддя в фазі 5–6 листків у культури. Досліди закладені у триразовій повторності. Загальна площа посівної ділянки 330 м², облікової – 100 м².

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний важкосуглинковий з умістом гумусу в шарі 0–30 см 4,2 %, нітратного азоту – 13,2, рухомих форм фосфору і калію (за Чириковим) відповідно 145 і 115 мг/кг.

Результати досліджень. Накопичення продуктивної вологи за холодний період року при вирощуванні соняшнику залежало від гідротермічних умов (вітровий і температурний режими, кількість і характер опадів), вихідних запасів вологи, агротехнічних прийомів. Відмінності способів основного обробітку, які вивчались, зумовили в першу чергу різну снігомеліоративну ефективність агрофонів. По оранці висота снігового покриву була найменшою і не перевищувала 10 см. При цьому снігонакопичення тут значною мірою залежало від впливу вітру (при його посиленні мали місце випадки повного зносу снігу і навіть мілкозему), а також від температурних умов зимового періоду, коли, наприклад, льодова кірка, яка утворювалась на поверхні ґрунту при відлигах, різко змінювала характер перенесення снігу вітром, що призводило до більш нерівномірного розподілу снігового покриву по полю.

Крім того, ущільнений прошарок ґрунту за полицевої оранки негативно впливав на поглинання рослинами вологи з ґрунту. Адже відомо, що при досягненні фронтом убирання вологи межі розподілу орного і підорного шару швидкість інфільтрації і водопроникність ґрунту різко знижується, і в подальшому, незважаючи на здатність його до розущільнення за рахунок процесів набухання – розтріскування, промерзання – відтаювання, ґрунт в більшості випадків не набуває оптимальних параметрів фізичного стану. Оранка в посушливі роки за майже повного зневоднення орного шару призводить до надмірної брилуватості ґрунту, що в поєднанні з сильним вітром також зумовлює значні втрати вологи.

Приблизно такою ж (10,6 см) була глибина снігового покриву на полі з дисковим обробітком, де злушена важкою бороною стерня мало впливала на затримання снігу. Зважаючи на те, що відтаювання ґрунту і поглинання ним води значною мірою залежать від щільності прошарку 10–20 см, підвищення її до 1,33 г/см³ і не злушена стерня обмежували нагромадження вологи в кореневмісному шарі (0–150 см). Наприклад, у 2012/2013 р. її було менше на 4,9 мм порівняно з оранкою, а з іншими способами мульчувального обробітку – на 12,3–30,4 мм. Ми також не виключаємо вірогідності негативного впливу дещо значнішого розпорошення верхнього шару ґрунту при застосуванні дискових борін і утворення тут ґрунтової кірки, яка гальмує інфільтрацію води (табл. 1).

Таблиця 1. Накопичення продуктивної вологи в ґрунті у середньому за осінньо-зимовий період 2011–2015 рр., мм (шар 0–150 см)

Обробіток ґрунту	Запаси вологи, мм		Приріст вологи за осінньо-зимовий період, мм	Опади за осінньо-зимовий період, мм	Засвоєння опадів, %
	восени	навесні			
Полицевий (20–22 см)	48,7	170,3	121,6	277,7	43,8
Чизельний (14–16 см)	46,5	179,4	132,9	277,7	47,8
Плоскорізний (12–14 см)	51,0	177,1	126,1	277,7	45,4
Дисковий (10–12 см)	54,4	174,6	120,2	277,7	43,3

За плоскорізного обробітку затримувалось снігу на 4,3 см більше, ніж по оранці. Переваги такого обробітку більшою мірою проявлялись в умовах, коли після збирання пшениці залишалось понад 5 т/га побічної продукції і значна частина післяжнивних решток напівлежала або утримувалась на корені (2010/2011 р.). У цілому достатньо висока акумулятивна здатність основного плоскорізного розпушування ґрунту зумовлена дієвістю стерньового покриву, меншою площею випаровуючої поверхні, збереженням „дренажної” системи, сформованої після відмирання коренів попередньої культури, і наявністю значної кількості шпарин біологічного походження [7, 8].

В усі роки досить чітко простежувались переваги, пов'язані з особливостями технологічного процесу при роботі чизельного культиватора „Conser Till Plow-6000”, внаслідок чого ґрунт тривалий час зберігав позитивні якості (порівняно висока шпаруватість, наявність мікротріщин і розломів, внутрішньогрунтова та поверхнева гофрованість агрофону (табл. 1).

За чизельного обробітку хвилястий мікрорельєф і щільний стерньовий екран на гребнях суттєво зменшували швидкості вітру біля поверхні ґрунту. Сніг накопичувався в заглибленнях і майже не видувався. За нашими даними товщина снігового покриву на цих ділянках була найбільшою і становила 16,3 см. Більша кількість снігу і стерні обмежували мінусові температури по профілю ґрунту, внаслідок чого глибина його промерзання була менша (на 5,4–8,2 см), відтаювання – швидшим, а акумуляція води йшла краще. У результаті мало місце більш інтенсивне накопичення вологи в осінньо-зимовий період при обробітку ґрунту чизелем порівняно з варіантами полицевого обробітку – в середньому на 11,3 мм. Підвищений рівень засвоєння опадів холодного періоду року пов'язуємо також із смуговим розуцільненням ґрунту в борознах, що характерно для даного обробітку.

Дослідженнями встановлено, що в роки з порівняно низькими залишковими запасами вологи в ґрунті, за дощової осені і сніжної зими акумулювалось 47–56 % атмосферних опадів, або 154–185 мм. За таких умов було посилене накопичення і засвоєння води на фоні плоскорізного і особливо чизельного обробітків, які переважали оранку відповідно на 7,4–25,5 мм, або 4,4–13,8 %. У роки з відносно високими вихідними резервами вологи (наприклад 2011/2012 р.) накопичення її виявилось значно меншим (у 2,2–2,7 рази).

Для формування високого урожаю насіння соняшнику потрібно глибоке промочування ґрунту навесні – 165–185 мм продуктивної вологи в кореневмісному шарі 0–150 см і достатня кількість (300–400 мм) опадів упродовж вегетаційного періоду [9, 10]. За нашими даними в середньому за 2011–2015 рр. на дослідних ділянках запаси доступної рослинам вологи в шарі 0–150 см становили 170,3–179,4 мм, при цьому вміст її різнився залежно від агроприймів і метеорологічних умов в холодну пору року (табл. 2).

Таблиця 2. Динаміка продуктивної вологи у ґрунті під соняшником в середньому за 2011–2015 рр., мм

Обробіток ґрунту	Шар ґрунту, см	Без добрив			N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀			N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀		
		1*	2**	3***	1*	2**	3***	1*	2**	3***
Полицевий (20–22 см)	0–50	70,5	16,9	0,8	70,5	11,0	0,5	70,5	11,5	0
	50–100	58,6	5,3	0,9	58,6	7,5	0,2	58,6	4,8	0
	0–100	129,1	22,2	1,7	129,1	18,5	0,7	129,1	16,2	0
	100–150	41,2	6,9	1,8	41,2	8,4	2,2	41,2	8,9	1,8
	0–150	170,3	29,1	3,5	170,3	26,9	2,9	170,3	25,1	1,8
Чизельний (14–16 см)	0–50	70,1	15,9	1,8	70,1	11,9	1,0	70,1	14,3	0,2
	50–100	62,6	11,6	2,2	62,6	8,0	2,3	62,6	6,7	1,5
	0–100	132,7	27,5	4,0	132,7	19,9	3,3	132,7	21,0	1,7
	100–150	46,7	14,0	11,9	46,7	11,3	2,1	46,7	9,1	2,0
	0–150	179,4	41,5	15,9	179,4	31,2	5,4	179,4	30,1	3,7
Плоскорізний (12–14 см)	0–50	72,7	18,9	1,9	72,6	14,7	0,5	72,6	9,4	1,4
	50–100	58,6	8,4	2,6	58,6	5,7	1,2	58,6	5,5	0,4
	0–100	131,3	27,3	4,5	131,3	20,4	1,7	131,2	14,9	1,8
	100–150	45,8	11,2	10,7	45,8	11,7	2,0	45,8	11,6	0,4
	0–150	177,1	38,5	15,2	177,0	32,1	3,7	177,0	26,5	2,2
Дисковий (10–12 см)	0–50	70,2	20,2	2,5	70,2	19,4	1,9	70,2	23,4	1,4
	50–100	61,4	15,5	4,5	61,4	9,3	1,5	61,4	9,3	2,8
	0–100	131,6	35,7	7,0	131,6	28,7	3,4	131,6	32,7	4,2
	100–150	43,1	19,2	16,0	43,1	15,7	12,1	43,1	11,1	9,9
	0–150	174,7	54,9	23,0	174,7	44,4	15,5	174,7	43,8	14,1

* Сівба. ** Фаза цвітіння. *** Повна стиглість насіння.

Зважаючи на принципові відмінності застосованих ґрунтообробних знарядь і технологічних процесів, перевага мульчувальних обробітків щодо абсолютних величин весняної вологи більшою мірою проявлялись у 2010/2011 р. (волога осінь, сніжна зима, посилений вітровий режим), коли показники вмісту її у ґрунті досягали позначки 183–200 мм (76–83 % від граничної польової вологоємності), а розбіжність між варіантами полицевого, чизельного і плоскорізного обробітків на користь останніх досягала 10,2–17,5 мм.

За недостатньої кількості опадів в осінньо-зимовий період 2011/2012 р., переважно у вигляді дощів – 1–5 мм, в ґрунті перед сівбою олійної культури містилось лише 130–138 мм продуктивної вологи. Це свідчить про те, що за таких умов роль стерньових агрофонів як меліоративного чинника зменшується, а різниця у вологості ґрунту за різних способів і глибини основного обробітку є неістотною.

На полях, зайнятих польовими культурами, вологість ґрунту впродовж їх вегетації знижується як за рахунок фізичного випаровування, так і внаслідок транспірації води рослинами. Фізичне випаровування залежить від багатьох чинників, зокрема від кількості, властивостей та рівномірності розподілу рослинних решток, а також ступеня проективного покриття ними поверхні ґрунту. Позитивний вплив мульчування щодо протидії втратам ґрунтової вологи полягає, головним чином, у пришвидшенні темпів просочування атмосферних опадів у ґрунт, затіненні його і зменшенні непродуктивного випаровування води у жарку погоду, гальмуванні дифузії і конвекції водяних парів. Особливо важливо призупинити негативні процеси на початку вегетації культурних рослин, у нашому випадку до змикання рядків сояшнику [9, 11, 12, 13–18].

Згідно з дослідженнями Рассела (В. П. Гордієнко [19]), якщо випаровування з відкритого ґрунту прийняти за 100 %, то за 9 годин відносні втрати води із затіненого ґрунту становитимуть 64 %, затіненого та захищеного від вітру – 47 %, вкритого шаром соломи 3,8 см з розрахунку 9 т/га – 27 %.

Вищенаведені явища мали місце і в наших експериментах. Так, у середньому за 2011–2015 рр. на час цвітіння сояшнику в 1,5-метровому шарі ґрунту по оранці містилось (залежно від фону удобрення) 25–29 мм, а на фоні мульчувальних обробітків – 27–55 мм продуктивної вологи. Найбільша різниця в показниках між вказаними обробітками була у сприятливому за зволоженням 2011 р., коли за період від сівби до цвітіння випало 150,1 мм опадів (29,3 норми). У посушливому 2012 р., який відзначався недобором опадів у першій половині вегетації і повітряною посухою, захисна роль пожнивних решток виявилась слабшою.

Обсяги втрат ґрунтової вологи можуть суттєво змінюватись і залежно від кількості післяжнивних решток. У дослідях лабораторії охорони ґрунтів в Бушленді (штат Техас, США) за наявності на поверхні поля соломи в обсягах 0,4; 8; 16 і 32 т/га випаровування за 35 днів становило 70, 64, 56, 40 і 20 мм відповідно [20]. Підтвердженням цього також є наші дослідження, а саме – значна розбіжність у запасах не використаної вологи в ґрунті між варіантами полицевого та мульчувального обробітків (фаза цвітіння, удобрені ділянки) у 2013 р., коли кількість залишеної на полі побічної продукції була незначна (3,4 т/га) – звідси і порівняно низький ступінь покриття поверхні поля рослинним субстратом навесні, який до того ж частково загортався в ґрунт при сівбі та догляді за посівами.

Зменшенню непродуктивного випаровування за мульчувального обробітку, на наш погляд, сприяли також ущільненість піднасіневого прошарку ґрунту (10–30 см) і поліпшення його структурного стану порівняно із зяблевою оранкою. Адже доведено, що збільшення об'ємної маси чорнозему гальмує швидкість підйому води за рахунок її тертя зі стінками капілярів малого діаметру, тому структурний ґрунт втрачає менше вологи, ніж безструктурний [19, 21, 22].

Літературні джерела [12, 23] свідчать, що сояшник досить вимогливий до забезпечення вологою, однак потреба в ній за періодами його розвитку різна. До початку фази утворення суцвіть він витрачає близько 20 % загальної кількості води, переважно із шару 0–50 см. Критичними для рослин сояшнику вважаються фази утворення кошика та цвітіння, в цей період споживається до 60 % запасів доступної вологи. Завдяки своїм біологічним особливостям він здатний використовувати вологу з глибини до 3 метрів, при цьому повністю висушуючи 1,5-метровий шар ґрунту.

У цілому для формування високої продуктивності посівами соняшнику, в сприятливі роки (2011, 2013) із ґрунту за період вегетації було використано відповідно 1543–1938 та 1968–2072 м³/га, в гостропосушливому 2012 р. – лише 1264–1378 м³/га. При цьому відмінною ознакою слід вважати більш рівномірний розподіл витрат води по міжфазних періодах при випаданні достатньої кількості атмосферних опадів. Якщо у 2011 р. в часовому проміжку від сівби до цвітіння витратна частина ґрунтової вологи соняшниковим полем становила 51,2–71,4 %, то у 2012 р. – 95,9–100 % (табл. 3).

Відносно динаміки поширеного витрачання води можна констатувати, що в середньому за роки досліджень в період від сівби до цвітіння по оранці із шару 0–100 см було використано 75,7–77,8 % від загальної кількості обрахованої ґрунтової вологи, за мульчувального обробітку цей показник дорівнював 74,8–80,1 %, тобто великої розбіжності по варіантах досліду не було. Слід відзначити, що простежувалась певна закономірність щодо збільшення частки водоспоживання із нижніх горизонтів (100–150 см) у другій половині вегетації рослин соняшнику (цвітіння – повна стиглість) за чизельного і плоскорізного обробітків на удобреному фоні – 26,9–46,1 % проти 4,0–30,8 % по оранці та дисковому обробітку.

Частка використаної води з верхніх шарів ґрунту (0–50 см) природно зменшувалась у вологі і зростала у посушливі роки. За час від сівби до настання повної стиглості насіння посіви соняшнику майже повністю використовували наявні запаси ґрунтової вологи, особливо на фоні внесення добрив. Це пояснюється, насамперед, біологічними особливостями рослин (потужна коренева система, значна листовая поверхня, тривалий вегетаційний період) та складними гідротермічними умовами (посухи навесні та влітку), що й призвело в кінцевому рахунку до непродуктивного випаровування води.

Таблиця 3. Витрати продуктивної вологи з ґрунту у посівах соняшнику в середньому за 2011–2015 рр., м³/га

Обробіток ґрунту	Шар ґрунту	Сівба – цвітіння			Цвітіння – повна стиглість			Сівба – повна стиглість насіння		
		без добрив	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	без добрив	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	без добрив	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀
Полицевий (20–22 см)	0–50	536	595	590	161	105	115	697	700	705
	50–100	533	511	539	46,0	73,0	47,0	579	584	586
	0–100	1069	1106	1129	207	178	162	1276	1284	1291
	100–150	343	328	322	49,0	62,0	72,0	392	389	394
	0–150	1412	1434	1451	256	240	234	1668	1673	1685
Чизельний (14–16 см)	0–50	542	582	558	141	109	141	683	691	699
	50–100	510	546	559	94,0	57,0	52,0	604	603	626
	0–100	1052	1128	1117	235	166	193	1287	1294	1325
	100–150	326	356	376	21,0	92,0	71,0	347	448	432
	0–150	1378	1484	1493	256	258	264	1634	1742	1757
Плоскорізний (12–14 см)	0–50	538	579	632	170	142	80,0	708	721	712
	50–100	502	530	531	58,0	45,0	51,0	560	575	582
	0–100	1040	1109	1163	228	187	131	1268	1296	1294
	100–150	346	340	343	5,0	98,0	112	350	438	455
	0–150	1386	1449	1506	233	285	243	1618	1734	1749
Дисковий (10–12 см)	0–50	500	508	468	177	175	220	677	683	688
	50–100	459	521	521	110	78,0	65,0	569	599	586
	0–100	959	1029	989	287	253	285	1246	1282	1274
	100–150	238	275	319	22,0	36,0	12,0	270	308	331
	0–150	1197	1304	1308	309	289	297	1516	1590	1605

Показники кількості використаної вологи з ґрунту за вегетацію у більшості випадків змінювались відповідно до рівня продуктивності посівів олійної культури: найбільшими (1734–1757 м³/га) вони були за чизельного та плоско-різного обробітків при залишенні на полі побічної продукції і внесенні мінеральних добрив, найменшими (1197 м³/га) – на ділянках з дискуванням і без внесення мінеральних добрив.

Ефективність використання вологи посівами олійної культури характеризується коефіцієнтом водоспоживання, який являє собою співвідношення сумарних витрат води (з ґрунтових запасів + атмосферні опади) за час вегетації до сухої маси її врожаю. Слід відзначити, що перевага кращих варіантів мульчувального обробітку, порівняно з оранкою, на удобреному фоні проявлялась як в урожайності основної продукції, так і побічної, особливо в 2013 р., коли мали місце сприятливі стартові умови для стрімкого росту вегетативних органів на ділянках без обертання скиби. Тому, незважаючи на більші сумарні витрати вологи за чизельного і плоскорізного обробітків, тут в середньому за роки досліджень при внесенні мінеральних добрив простежувалася тенденція до зниження коефіцієнта водоспоживання (444–468 м³/га проти 456–475 м³/га) по оранці (табл. 4)

Таблиця 4. Коефіцієнт водоспоживання соняшнику залежно від обробітку ґрунту та удобрення, м³/т *

Обробіток ґрунту	Удобрення	Роки			Середнє
		2011	2012	2013	
Полицевий (20–22 см)	Без добрив	501	636	402	513
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	465	584	376	475
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	455	552	362	456
Чизельний (14–16 см)	Без добрив	480	660	418	519
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	457	586	357	467
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	440	555	336	444
Плоскорізний (12–14 см)	Без добрив	505	686	424	538
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	479	575	350	468
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	458	553	330	447
Дисковий (10–12 см)	Без добрив	488	717	425	543
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	463	639	401	501
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	460	601	389	483

Примітка. * Коефіцієнт водоспоживання соняшнику розрахований на суху масу врожаю (основна + побічна продукція).

Розглянуті способи мульчувального обробітку на неудобреному фоні, а також дискового на усіх без винятку фонах зумовлювали зростання водоспоживання рослин соняшнику відносно контролю, що пояснюється меншою їх продуктивністю. Внесення мінеральних добрив, особливо з підвищеним вмістом азоту (N₆₀P₃₀K₃₀), сприяло більш економному витрачання води на створення одиниці сухої речовини.

Більш інтенсивний сезонний кругообіг вологи на фоні чизельного обробітку і плоско-різного розпушування ґрунту (значніше використання води рослинами соняшнику в період вегетації і майже повна компенсація в холодну пору року) розглядається як позитивний фактор, який значною мірою активує циркуляцію речовин в природному середовищі [24].

Всі обґрунтовані вище фактори чинили суттєвий вплив на продуктивність посівів соняшнику. Порівняно високу (2,05–3,00 т/га) урожайність насіння отримано у відносно сприятливих умовах 2011, 2013, 2014 і 2015 рр. завдяки значним весняним запасам продуктивної вологи в ґрунті, а також літнім опадам. Натомість у 2012 р. повітряна та ґрунтова посухи істотно гальмували ріст рослин; стан їх під час цвітіння і утворення репродуктивних органів оцінювався як критичний. Через дефіцит доступної вологи, високі температури і низьку відносну вологість повітря мало місце передчасне всихання листків, формувалось пухле насіння (переважно в центральній частині кошика) – до 25 %. Все це у поєднанні з відсутністю агрономічно корисних опадів протягом травня – липня зумовило низьку урожайність соняшнику – 1,79–2,35 т/га (табл. 5).

Таблиця 5. Урожайність соняшнику залежно від обробітку ґрунту та удобрення, т/га

Обробіток ґрунту (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Роки					Середнє
		2011	2012	2013	2014	2015	
Полицевий (20–22 см)	без добрив	2,52	2,01	2,61	2,35	2,28	2,35
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,65	2,19	2,82	2,48	2,43	2,51
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	2,73	2,32	2,94	2,66	2,57	2,64
Чизельний (14–16 см)	без добрив	2,43	1,86	2,45	2,24	2,14	2,22
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,69	2,08	2,87	2,51	2,50	2,53
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	2,82	2,23	3,00	2,70	2,62	2,67
Плоскорізний (12–14 см)	без добрив	2,46	1,98	2,49	2,30	2,19	2,28
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,71	2,21	2,85	2,53	2,55	2,57
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	2,83	2,35	2,97	2,79	2,66	2,72
Дисковий (10–12 см)	без добрив	2,31	1,79	2,37	2,20	2,05	2,14
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,50	2,00	2,64	2,35	2,36	2,37
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	2,59	2,14	2,76	2,50	2,42	2,48
НІР _{0,5} т/га	для фактора А	0,12	0,11	0,17	0,16	0,12	–
	для фактора В	0,10	0,10	0,15	0,17	0,11	–
	для взаємодії	0,18	0,18	0,24	0,24	0,25	–

Характерною ознакою в період вегетації олійної культури був уповільнений ріст і розвиток рослин до настання фази утворення кошиків на неодобреному природному фоні за плоскорізного та чизельного обробітків. Це пояснюється, насамперед, відмінністю топографії розміщення післяжнивних решток попередника, різним ступенем перемішування і сепарації ґрунтової маси – всі ці фактори суттєво впливали на якість сівби і перебіг мікробіологічних процесів у ґрунті. В кінцевому підсумку дещо вищою урожайність насіння соняшнику була по оранці (на 0,07–0,13 т/га).

На удобреному фоні стан посівів за плоскорізного і чизельного обробітків прирівнювався до полицевого, тому урожайність основної продукції щодо відзначених агроприймів виявилась приблизно однаковою – відповідно 2,53–2,67; 2,57–2,72 та 2,51–2,64 т/га. Тривалий період від початку весняно-польових робіт до сівби соняшнику дає змогу виконати на полі низку технологічних операцій: кришення, розпушування та часткове перемішування ґрунту, як наслідок, на стерньовому удобреному агрофоні створюються досить сприятливі вихідні умови для життєдіяльності мікробних популяцій, розкладу післяжнивних решток і вивільнення іммобілізованих азотистих сполук у ґрунтовий розчин. Слід відзначити, що перевага чизельного обробітку простежувалася у випадках залишення на полі понад 5 т/га соломи (2011, 2012, 2014, 2015 рр.), плоскорізного розпушування – до 3,5 т/га післяжнивних решток (2013 р.).

Внесення навесні помірних доз мінеральних добрив (N₃₀P₃₀K₃₀) на фоні загортання в ґрунт подрібненої соломи дало змогу отримати додатково проти контрольного варіанта (загортання побічної продукції без мінеральних добрив) в середньому за період досліджень 0,16–0,31 т/га насіння. Збільшення в складі комплексного добрива частки азоту (N₆₀P₃₀K₃₀) забезпечило надбавку основної продукції в кількості 0,29–0,45 т/га. Найвищі показники приросту були зареєстровані у сприятливих 2013–2014 рр., коли внесені під передпосівну культивування мінеральні добрива довгий час перебували у вологому ґрунті і ефективно використовувались рослинами соняшнику для формування високої урожайності.

При внесенні мінеральних добрив на фоні полицевого обробітку отримано прибавку врожаю насіння 0,16–0,29 т/га, мульчувального – 0,29–0,45 т/га порівняно з контролем (без добрив). Більша щільність коренів на одиницю об'єму ґрунту, а також достатньо висока зволоженість його в зоні локалізації туків створюють кращі умови для засвоєння рослинами рухомих сполук макроелементів на початкових етапах їх розвитку, що може бути аргументом на користь варіантів чизельного обробітку та плоскорізного розпушування скиби.

Порівняльна економічна та біоенергетична оцінки різних агроприймів показала, що при вирощуванні соняшнику після пшениці озимої з використанням соломи і внесен-

ням оптимальної дози мінеральних добрив ($N_{60}P_{30}K_{30}$) уваги заслуговує чизельний (14–16 см) і плоскорізний (12–14 см) обробітки ґрунту. В результаті більш економного (порівняно з оранкою) витрачання коштів та енергії в розрахунку на 1 га посівної площі собівартість і енергоємність тонни насіння тут відповідно знижувались на 82–96 грн і 365–379 МДж, рівень рентабельності підвищувався на 12–15 %, окупність однієї гривні виробничих витрат зростала з 2,32 до 2,44–2,74, а енергетичний коефіцієнт – з 3,01 до 3,19–3,20. При цьому економія пального досягає 12,3–13,8 л/га.

Висновки. 1. При залишенні на полі пожнивних решток попередника (пшениця озима) чизельний і плоскорізний мульчувальний обробітки сприяли, порівняно з оранкою, додатковому (45–113 м³/га) накопиченню продуктивної вологи в шарі 0–150 см, підвищенню рівня засвоєння посівами опадів осінньо-зимового періоду до 45,4–47,8 %, економнішому витрачання води на створення одиниці сухої речовини урожаю соняшнику (органомінеральний фон).

2. На ділянках без внесення мінеральних добрив (без добрив + післяжнивні рештки попередника) кращі умови для росту, розвитку і формування продуктивності соняшнику (2,35 т/га) забезпечує полицева оранка, а на збалансованому органічно-мінеральному фоні ($N_{60}P_{30}K_{30}$ + післяжнивні рештки попередника) – чизельний і плоскорізний обробітки, які практично не поступаються оранці та забезпечують формування приблизно однакової урожайності насіння (відповідно 2,53–2,67; 2,57–2,72 та 2,51–2,64 т/га).

3. Мінімізація обробітку ґрунту під соняшник уможливорює поліпшити економічні показники виробництва насіння олійної культури, а саме – підвищити рівень рентабельності виробництва на 12–15 % і окупність 1 грн. виробничих витрат з 2,32 до 2,44–2,74, збільшити енергетичний коефіцієнт з 3,01 до 3,19–3,20, а також заощадити 12,3–13,8 л/га пального.

Список використаних джерел

1. Долгов С. И. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступность для растений / С. И. Долгов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 206 с.
2. Мичурин Б. Н. Доступность влаги для растений в зависимости от структуры и плотности сложения почв и грунтов / Б. Н. Мичурин // Вопросы агрономической физики. – М., 1957. – С. 56–71.
3. Smiks D. E. Effects of surface residues on soil water storage / D. E. Smiks, P. W. Unger // Advances in Soil Sci. – 1989. – Vol. 5. – P.111–138.
4. Аксенов И. В. Улучшенная зябь под подсолнечник / И. В. Аксенов // Земледелие. – 1997. – № 1. – 24 с.
5. Бараев А. И. Теоретические основы почвозащитного земледелия / А. И. Бараев. – М.: Колос, 1978. – С. 22–35.
6. Барсуков А. И. Солома нужна полю / А. И. Барсуков // Земледелие. – 1988. – № 8. – С. 28–29.
7. Семякин В. А. Эффективность использования почвенной влаги сельскохозяйственными культурами при плоскорезных обработках на юге Украины / В. А. Семякин // Агрохимия и почвоведение. – 1986. – Вып. 49. – С. 19–23.
8. Ткалич И. Д. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника) / И. Д. Ткалич, Ю. И. Ткалич, С. Г. Рычик. – Днепропетровск, 2011. – 172 с.
9. Вольф В. Г. Соняшник / В. Г. Вольф. – К.: Урожай, 1972. – 228 с.
10. Подсолнечник / [З. Б. Борисоник, И. Д. Ткалич, А. Н. Науменко и др.]; под ред. З. Б. Борисоника. – К.: Урожай, 1985. – 460 с.
11. Бука А. Я. Влагообеспеченность почвы при различных способах обработки / А. Я. Бука, С. Ю. Булыгин, А. П. Коваленко // Земледелие. – 1985. – № 12. – С. 10–12.
12. Никитчин Д. И. Интенсивная технология выращивания подсолнечника и клещевины / Д. И. Никитчин, Е. К. Гриднев, В. Д. Черепухин. – К.: Урожай, 1990. – 176 с.
13. Вплив мінімального обробітку ґрунту та удобрення на урожайність і олійність насіння соняшнику в умовах північного Степу / [О. І. Цилюрик, А. І. Горбатенко, В. М. Судак,

- В. П. Шапка] // Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони. – 2015. – № 9. – С. 11–15.
14. Циліорик О. І. Вплив мінімальної обробки ґрунту та удобрення на ріст і розвиток рослин соняшнику в умовах Північного Степу / О. І. Циліорик, В. М. Судак // Вісн. Дніпропетровського держ. аграр.-економ. ун-ту. – 2016. – № 1 (32). – С. 25–31.
 15. Циліорик А. И. Эффективность мульчирующей обработки почвы в Северной Степи Украины // Вест. Прикаспия. – 2015. – № 2 (9). – С. 26–32.
 16. Циліорик О. І. Ефективність безпліцевої обробки ґрунту під соняшник у північному Степу України / О. І. Циліорик, В. М. Судак // Вісн. Львівського нац. аграр. ун-ту. – 2014. – № 18. – С. 161–167. – (Агрономія).
 17. Циліорик О. І. Вологозабезпеченість та урожайність польових культур за різних систем обробки ґрунту в сівозміні // О. І. Циліорик, А. Г. Горобець, А. І. Горбатенко, В. М. Судак // Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України. – 2011. – № 1. – С. 20–25.
 18. Агроекономічна ефективність різних способів основного обробки ґрунту під соняшник в Степу / [В. С. Чумак, А. Г. Горобець, А. І. Горбатенко та ін.] // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – 2011. – № 40. – С. 56–59.
 19. Гордієнко В. П. Ґрунтова волога / В. П. Гордієнко. – Сімферополь, 2008. – 368 с.
 20. Чесняк Г. Я. Водный режим чернозема типичного мощного левобережной Лесостепи УССР / Г. Я. Чесняк // Почвоведение. – 1976. – № 6. – С. 37–45.
 21. Роде А. А. Водный режим почв и его регулирование / А. А. Роде. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 119 с.
 22. Придворев Н. И. Зависимость запаса влаги в почве от способа ее основной обработки под подсолнечник / Н. И. Придворев, В. В. Верзилин, Е. А. Родионов // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 16–17.
 23. Черепанов Г. Г. Роль послеуборочных остатков в почвозащитном земледелии: [обзор информ.] / Г. Г. Черепанов. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1991. – 52 с.
 24. Шикун Н. К. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия / Н. К. Шикун, Г. В. Назаренко. – М: Агропромиздат, 1990. – 320 с.

References

1. Dolgov S. I. Studies of soil moisture movement and its availability for plants. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 1948. 206.
2. Michurin B. N. The availability of moisture for the plants depending on the structure and density of addition of soils. Voprosyi agronomicheskoy fiziki. 1957. 56-71.
3. Smiks D. E. Effects of surface residues on soil water storage. Un-ger. Advances in Soil Sci. 1989. 5: 111–138.
4. Aksenov I. V. Improved land plough in autumn for spring sowing under a sunflower. Zemledelie. 1997. 1: 24.
5. Baraev A. I. Theoretical foundations of conservation agriculture. M.: Kolos. 1978. 22-35.
6. Barsukov A. I. A straw needs to the field. Zemledelie. 1988. 8: 28-29.
7. Semyakin V. A. The effectiveness of the use of soil moisture crops with subsurface treatments in the south of Ukraine. Agrohimiya i pochvovedenie. 1986. 49: 19–23.
8. Tkalich I. D., Tkalich Yu. I., Ryichik S. G. Flower of a sun (bases of biology and agrotechnics of sunflower). Dnepropetrovsk. 2011. 172.
9. Vol'f V. Gh. Sunflower. K.: Urozhaj. 1972. 228.
10. Borisonik Z. B., Tkalich I. D., Naumenko A. N. i dr. pod red. Borisonika Z. B. Sunflower. K.: Urozhay. 1985. 460.
11. Buka A. Ya., Bulyigin S. Yu., Kovalenko A. P. Soil moisture content at various ways of processing. Zemledelie. 1985. 12: 10-12.
12. Nikitchin D. I., Gridnev E. K., Cherepuhin V. D. Intensive technology of cultivation of sunflower and castor. K.: Urozhay, 1990. 176.
13. Cyljuryk O. I., Ghorbatenko A. I., Sudak V. M., Shapka V. P. The impact of minimum tillage and fertilization on yield and Oil content of sunflower seeds in a northern Steppes Bjul. In-tu sil. ghosp-va step. zony. 2015. 9: 11–15.

14. Cyljuryk O. I., Sudak V. M. Visn. The impact of minimum tillage and fertilization on plant growth and development under sunflower in the Northern Steppes Dnipropetrovsjkogho derzh. aghrar.-ekonom. un-tu. 2016. 1 (32): 25–31.
15. Tsilyurik A. I. The effectiveness of mulching cultivation in northern Steppe of Ukraine. Vest. Prikaspiya. 2015. 2 (9): 26–32.
16. O. I. Cyljuryk, V. M. Sudak. Efficiency bezpolytsevoho under sunflower cultivation in northern Steppes Ukraine. Visn. Ljvivsjkogho nac. aghrar. un-tu. (Aghronomija). 2014. 18: 161–167.
17. Cyljuryk O. I., Ghorobecj A. Gh., Ghorbatenko A. I., Sudak V. M. Availability of moisture and yield of field crops under different tillage systems in rotation. Bjul. In-tu sil. ghosp-va step. zony NAAN Ukrajiny. 2011. 1: 20–25.
18. Chumak V. S., Ghorobecj A. Gh., Ghorbatenko A. I. ta. in. Agronomic and economic efficiency of various ways during the main sunflower cultivation in the steppe. Bjul. In-tu zern. ghosp-va. 2011. 40: 56–59.
19. Ghordijenko V. P. Soil moisture. Simferopolj. 2008. 368.
20. Chesnyak G. Ya. The water regime black earth typical strong left-bank forest-steppe USSR. Pochvovedenie. 1976. 6: 37–45.
21. Rode A. A. Water regime of the soil and its regulation. M.: Izd-vo AN SSSR. 1963. 119.
22. Pridvorev N. I., Verzilin V. V., Rodionov E. A. The dependence of the moisture reserve in the soil by way of its main processing under sunflower. Zemledelie. 2009. 8: 16–17.
23. Cherepanov G. G. The role of post-harvest residues in conservation agriculture: [review. Inf.]. M.: VNIITEISH. 1991. 52.
24. Shikula N. K., Nazarenko G. V. Minimum chernozems processing and reproduction of their fertilityю. M: Agropromizdat. 1990. 320.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Цилюрлик А. И.

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

Кохан А. В.

Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция им. Н. И. Вавилова

Института свиноводства и агропромышленного производства НААН

Судак В. М., Горбатенко А. И.

ГУ Институт зерновых культур НААН

Ключевые слова: подсолнечник, мульчирующая обработка почвы, почвенная влага, пожнивные остатки, удобрения, урожайность

Вступление. Уровень урожайности подсолнечника в значительной мере зависит от резерва почвенной влаги необходимой для роста и развития растения. Накопление и рациональное использование почвенной влаги – наиболее актуальные вопросы в степной зоне с недостаточным увлажнением.

Цель исследований. Установить влияние различных способов обработки почвы и внесения минеральных удобрений на фоне пожнивных остатков предшественника на водопотребление и продуктивность подсолнечника, экономическую эффективность его выращивания в условиях северной Степи Украины.

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2011-2015 гг. на стационарном полевом опыте ГП ГХ «Дніпро» Института сельского хозяйства степной зоны в пятипольном короткоротационном севообороте. В посевах подсолнечника изучали 4 способа обработки почвы с заделкой пожнивных остатков на различных фонах минерального удобрения.

Результаты исследований. Установлено, что накопление влаги в почве в осенне-зимний период наиболее интенсивно проходило после чизельной обработки почвы, в сравнении со вспашкой этот показатель был выше на 11,3 мм.

При оставлении на поле пожнивных остатков предшественника (пшеница озимая) чизельная и плоскорезная мульчирующие обработки почвы способствовали дополнительному (45-113 м³/га) накоплению продуктивной влаги в полутораметровом слое почвы, в сравнении со вспашкой усвоения посевами осенне-зимних осадков увеличилось до 45,4-47,8 %, более экономно использовалась влага на формирование единицы урожая подсолнечника (орано-минеральный фон). Рассмотренные обработки почвы на неудобренном фоне способствовали увеличению водопотребления растений. Внесение минеральных удобрений, особенно с повышенным содержанием азота (N₆₀P₃₀K₃₀), обеспечивало более экономное водопотребление растений.

На участках где минеральные удобрения не вносились наилучшие условия для роста, развития и формирования продуктивности подсолнечника (2,35 т/га) формировались после вспашки, а на сбалансированном орано-минеральном фоне (N₆₀P₃₀K₃₀ + пожнивные остатки предшественника) – после чизельной и плоскорезной обработках.

Минимизация обработки почвы под подсолнечник позволяет улучшить экономические показатели производства семян масличных культур, а именно – увеличить уровень рентабельности производства на 12–15 % и окупаемость 1 грн. производственных затрат с 2,32 до 2,44–2,74, увеличить энергетический коэффициент от 3,01 до 3,19–3,20, кроме этого сэкономить 12,3–13,8 л/га топлива.

Выводы. На основе полученных результатов можно сделать вывод, что мульчирующие обработки почвы на фоне пожнивных остатков предшественника, в сравнении со вспашкой, способствуют дополнительному накоплению продуктивной влаги в полутораметровом слое почвы, увеличивают уровень усвоения осадков осенне-зимнего периода до 45,4–47,8 %, более экономному потреблению влаги на формирование единицы сухого вещества урожая.

WATER REGIME IN CROPS OF SUNFLOWER DEPENDING ON TILLAGE OF THE SOIL AND MINERAL NUTRITION

Tsyliuruk AI

Dnepropetrovsk State Agro-Economic University

Kokhan AV

Poltava State Agricultural Experiment Station named after NI Vavilov of the Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production of NAAS

Sydak VN, Gorbatenko AI

SE "Institute of Grain Crops of NAAS"

Key words: sunflower, mulch tillage, soil moisture, stubble residue, fertilizers, productivity

The level of the yield of sunflower largely depends on soil moisture reserves, which ensures the implementation of all essential life processes, including seed germination and seedling root, transpiration, thermoregulation and the supply of nutrients to the plant organism.

Accumulation and rational use of soil moisture the most relevant in the steppe zone of insufficient moisture and unstable, where its total losses to runoff and evaporation unproductive reaches half the annual rainfall. With the high anthropogenic pressure water regime of soil may significantly deteriorate, so it is important to inventory accumulation of moisture at the bottom root layer (100–150 cm), where it gradually moves in an upward direction under the influence of gradients of different nature.

The purpose of research - to determine the effect of different ways of basic soil tillage and chemical fertilizers while abandonment stubble residues predecessor on the water regime and water consumption of sunflower crops, productivity and economic efficiency of cultivation in the conditions of northern Steppe of Ukraine.

Research has established that for chiseling shaped micro undulating the ground and thick layer on the crests stubble contributed significantly reducing the wind speed in the surface layer. The snow was concentrated in the pits and was protected from blowing. Thanks to this snow depth here, to our knowledge, was the highest and amounted to – 16,3 cm. For chiseling cultivation presence of more snow and stubble limited distribution sub-zero temperatures in the soil profile, so that was smaller (on 5,4–8,2 cm) depth of soil freezing, thawing it faster and better accumulation of water. As a result, the intensity of moisture accumulation in the autumn-winter period when soil chiseling prevailed options plowing cultivation average of 11,3 mm. Elevated levels of assimilation rain cold period also associate the band thinning of the soil in the furrows, which is typical for this method.

Against the backdrop of the involvement of stubble residues predecessor (winter wheat) and use chiseling. moldboardless mulch tillage promoted compared to plowing, additional (45–113 m³/ha) accumulation of productive moisture in the layer 0–150 cm, raising the level of assimilation of rain fall and winter to 45,4–47,8 %, more economical consumption of water to create units of dry matter yield of sunflower (organo-mineral background).

The use of the aforementioned methods of cultivation for mulch no fertilizers background and disking to any and all backgrounds have shaped the growth of consumption relative to control, because of the slower performance plants. Adding synthetic fertilizer, especially high nitrogen content (N₆₀P₃₀K₃₀) contributed economical expenditure of water to create units of dry matter.

More intense seasonal cycle of water on the background chiseling and moldboardless loosening the soil (over water use sunflower plants during the growing season and almost full compensation in the cold season) is considered as a positive factor which significantly activates the circulation of substances in the environment.

At sites without making fertilizer (no fertilizer + stubble remains predecessor) better conditions for growth, development and formation of productivity of sunflower (2,35 tone/hectare) provides plowing, and the balanced organic-mineral background (N₆₀P₃₀K₃₀ + stubble remains predecessor) – chiseling and moldboardless cultivation, which practically do not concede plowing and provide approximately the same seed yield (respectively 2,53–2,67; 2,57–2,72 and 2,51–2,64 tone/hectare).

Minimization tillage of sunflower in makes it possible to improve the economic performance of oilseeds, namely to increase the profitability of production at 12–15 % and payback of 1 UAH production costs of 2,32 to 2,44–2,74 increase energy factor of 3,01 to 3,19–3,20 and save 12,3–13,8 liter/hectare fuel.

On the basis of research, we can conclude that the use of mulch tillage (chiseling, moldboardless) against the backdrop of the involvement of stubble residues predecessor (winter wheat) contributes compared to plowing, additional (45–113 m³/hectare) accumulation of productive moisture in the layer 0–150 cm, raising the level of assimilation of rain fall and winter period to 45,4–47,8 %, more economical consumption of water for the creation units of dry matter yield and high productivity of sunflower 2,53–2,72 tone/hectare.