

УДК 633.854.78:631.51

ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ ЗА МУЛЬЧУВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

В. М. Суда́к, кандидат сільськогосподарських наук

Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14,
м. Дніпро, Україна, 49027, e-mail: 06833840@i.ua

Досліджено вплив різних способів та глибини основного обробітку ґрунту під соняшник при залученні у кругообіг 3,4–6,9 т/га поживних решток попередника (пшениця озима) на водний режим чорнозему, урожайність і економічну ефективність вирощування олійної культури. Обґрунтовано доцільність м'якого мульчувального розпушування (чизельного, плоскорізного) на фоні комбінованої системи удобрення (солома + $N_{60}P_{30}K_{30}$) з метою поліпшення вологозабезпеченості рослин, підвищення їхньої продуктивності і рентабельності виробництва насіння соняшнику.

Ключові слова: соняшник, обробіток ґрунту, післяжнивні рештки, мінеральні добрива, водний режим, урожайність, економічна ефективність.

Рівень врожайності соняшнику значною мірою залежить від обсягів ґрунтової вологи, оскільки вона відіграє важливу роль у здійсненні таких важливих процесів, як проростання насіння і укорінення проростків, транспірація, терморегуляція, надходження поживних речовин в рослинний організм. З вологою тісно пов'язані щільність, твердість, структурний стан та інші фізико-механічні властивості ґрунту, що визначають якість його обробітку, величину тягових зусиль машин і знарядь, їхню спрацьованість, витрати пального тощо [3, 6, 7].

На жаль, останнім часом спостерігається погіршення водного режиму чорноземів і вологозабезпеченості рослин у зв'язку з проявом аномальних явищ погоди, розвитком ерозійних процесів, порушенням системи землеробства. Це потребує запровадження технологій мульчувального обробітку з перевертанням ґрунту і використанням побічної продукції попередніх культур [4, 8, 9].

Метою досліджень було виявити вплив основного мульчувального обробітку ґрунту, синтетичних добрив і післяжнивних решток на елементи родючості ґрунту, фітосанітарний стан і продуктивність агрофітоценозу, прибутковість і рентабельність виробництва насіння олійної культури при розміщенні її в сівозміні короткої ротації. Також мало опрацьовані питання, пов'язані з оптимізацією системи удобрення соняшнику при використанні великої кількості соломи.

Матеріали та методи досліджень. Агроекономічну ефективність полицевого (оранка плугом ПО-3-35 на 20–22 см) і різних способів мульчувального обробітку ґрунту (чизельний – важким чизель-культиватором “Conser Till Plow” на глибину 14–16 см, плоскорізний – комбінованими агрегатами КР-4,5, КШН-5,6 – 12–14 см, дисковий – бороною БДП-6,3 – 10–12 см) при вирощуванні соняшнику після пшениці озимої вивчали в стаціонарному польовому досліді ДУ Інститут зернових культур упродовж 2011–2013 рр. Обробляли ґрунт і загортали подрібнену солому на трьох фонах мінерального живлення: 1 – без добрив, 2 – $N_{30}P_{30}K_{30}$, 3 – $N_{60}P_{30}K_{30}$.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний важкосуглинковий з умістом в орному шарі: гумусу – 4,2 %, нітратного азоту – 13,3 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію (за Чириковим) відповідно 145 і 115 мг/кг.

Результати досліджень. Як відомо, кожен прохід сільськогосподарської техніки по

полю супроводжується зменшенням кількості незароблених в ґрунт рослинних решток. Найбільш інтенсивно вони загортаються під час основного обробітку, особливо при застосуванні знарядь, робочі органи яких чинять сильний механічний тиск (на розріз, розрив), зокрема дискових плугів, важких дискових борін, лушпильників тощо. Частка не загорнутої листостеблової маси залежить також від ґрунтових і погодних умов, глибини обробітку, вихідної кількості соломи та інших факторів.

За нашими даними в період досліджень у біологічний кругообіг було залучено наступні обсяги побічної продукції озимої пшениці: 2011 р. – 5,2 т/га, 2012 р. – 6,9 , 2013 р. – 3,4 т/га. Після проведення технологічних операцій, пов'язаних з основним обробітком ґрунту восени, простежувалося зменшення кількості не загорнутих післяжнивних решток на фоні оранки до 0,3 т/га, або 4,8 % від вихідної маси), на мульчувальному фоні до 3,2–3,8 т/га, або 60,5–71,9 % (середнє за 2011–2013 рр.) (табл. 1).

1. Збереження стерні і ступінь проективного покриття ґрунту післяжнивними рештками на різних агрофонах

Обробіток ґрунту	Рік	Кількість післяжнивних решток *				Ступінь проективного покриття ґрунту, %	
		т/га		%			
		1	2	1	2	1	2
Полицевий (20–22 см)	2011	0,3	0,1	5,7	1,9	9	2
	2012	0,4	0,2	5,8	2,9	12	7
	2013	0,1	0	2,9	0	3	0
	Середнє	0,3	0,1	4,8	1,6	8	3
Чизельний (14–16 см)	2011	3,6	2,1	69,2	40,4	78	62
	2012	4,9	2,8	71,0	40,6	91	75
	2013	2,1	1,2	61,8	35,3	60	46
	Середнє	3,5	2,0	67,3	38,8	76	61
Плоскорізний (12–14 см)	2011	3,7	2,2	71,2	42,3	82	66
	2012	5,3	3,2	76,8	46,4	94	84
	2013	2,3	1,4	67,6	41,1	63	50
	Середнє	3,8	2,3	71,9	43,3	80	67
Дисковий (10–12 см)	2011	3,3	1,9	63,5	36,5	75	57
	2012	4,5	2,6	65,2	37,7	87	68
	2013	1,8	1,1	52,9	32,4	52	39
	Середнє	3,2	1,8	60,5	35,5	71	55

* Кількість залученої в біологічний кругообіг соломи: 2011 р. – 5,2 т/га; 2012 р. – 6,9 т/га; 2013 р. – 3,4 т/га; в середньому за 2011–2013 рр. – 5,1 т/га.

1 – після основного обробітку, 2 – перед сівбою соняшнику.

Більше стерні залишалось за плоскорізного розпушування та чизельного обробітку ґрунту, менше – за мілкого дискового. Ступінь проективного покриття поверхні поля рослинними рештками в цей період на екранованих ділянках виявився досить високим (71–80 %), натомість при заорюванні соломи цей показник не перевищував 8 %.

Внаслідок сукупної дії процесів трансформації органічної речовини і прийомів весняної підготовки поля (боронування, культивування) кількість післяжнивних решток на час сівби соняшнику зменшувалась до 0,1 т/га за оранки та до 1,8–2,3 т/га за мульчувальних обробітків, що становить відповідно 1,6 і 35,5–43,3 % від загальної маси залишеної побічної продукції попередника. Значне проективне покриття поверхні поля рослинними рештками у допосівний період було на ділянках, де застосовували плоскоріз-розпушувач (67 %) та важкий чизельний культиватор (61 %). Такі показники вважаються достатніми для упередження надмірного непродуктивного випаровування вологи під час повітряних посух та суховіїв.

Накопичення продуктивної вологи за холодний період року при вирощуванні соняшнику в наших дослідках залежало від гідротермічних умов (вітрового і температурного режимів, кількості опадів), вихідних запасів вологи і агротехнічних прийомів. Відмінності спо-

собів основного обробітку, які вивчались, в першу чергу зумовили різну снігомеліоративну ефективність агрофонів. По оранці висота снігового покриву виявилася найменшою і не перевищувала 10 см. При цьому снігонакопичення тут значною мірою залежало від активності вітру (при підвищенні її спостерігались випадки повного зносу снігу і навіть мілкозему), а також від температурних умов взимку, коли, наприклад, льодова кірка, яка утворювалась на поверхні ґрунту при відлигах, різко змінювала характер вітрового переносу і підвищувала нерівномірність розподілу твердих опадів по площі поля.

Крім того, за оранки на поглинання вологи негативно впливав ущільнений прошарк ґрунту. Відомо, що при досягненні фронтом убирання межі розподілу орного і підорного шару швидкість інфільтрації та водопроникність ґрунту різко знижуються, і в подальшому, незважаючи на здатність його до розущільнення за рахунок процесів набухання – розтріскування, промерзання – відтаювання, ґрунт в більшості випадків не досягає 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 потужність снігового покриву на ділянках з дискуванням, де стерня була злушена важкою бороною і мало впливала на процеси відкладання твердих опадів. Беручи до уваги, що відтавання ґрунту і поглинання води значною мірою залежать від стану підстилаючої поверхні, зокрема її щільності, підвищення останньої в шарі 10–20 см до 1,33 г/см³, а також відсутність стерні обмежували тут нагромадження вологи в кореневмісному шарі (0–150 см) в окремі роки (наприклад 2012/2013) порівняно з оранкою на 4,9 мм, а з іншими способами мульчувального обробітку на 12,3–30,4 мм (табл. 2).

2. Накопичення продуктивної вологи в ґрунті за осінньо-зимовий період, мм (шар 0–150 см)

Обробіток ґрунту	Вегетаційний рік	Запаси вологи, мм		Приріст вологи за період, мм	Опади за період, мм	Засвоєння опадів, %
		восени	навесні			
Полицевий (20–22 см)	2010/2011	48,2	182,9	134,7	280,4	48,0
	2011/2012	59,1	130,2	71,1	222,1	32,0
	2012/2013	38,7	197,7	159,0	330,6	48,1
	Середнє	48,7	170,3	121,6	277,7	43,8
Чизельний (14–16 см)	2010/2011	53,5	193,1	139,6	280,4	49,8
	2011/2012	63,4	137,8	74,4	222,1	33,5
	2012/2013	22,7	207,2	184,5	330,6	55,8
	Середнє	46,5	179,4	132,9	277,7	47,8
Плоско-різний (12–14 см)	2010/2011	50,2	200,4	150,2	280,4	53,6
	2011/2012	64,9	126,4	61,5	222,1	27,7
	2012/2013	38,0	204,4	166,4	330,6	50,3
	Середнє	51,0	177,1	126,1	277,7	45,4
Дисковий (10–12 см)	2010/2011	51,5	193,9	142,4	280,4	50,8
	2011/2012	66,3	130,4	64,1	222,1	29,0
	2012/2013	45,5	199,6	154,1	330,6	46,6
	Середнє	54,4	174,6	120,2	277,7	43,3

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

На ділянках з чизельним обробітком хвилястий нанорельєф, що формувався на поверхні ґрунту, і щільний стерньовий екран на гребнях сприяли суттєвому зменшенню швидкості вітру в приземному повітряному просторі. Сніг накопичувався в заглибинах і був надійно захищений від видування, тому висота снігового покриву тут становила 16,3 см. За чизельного обробітку ґрунту, коли на полі було більше снігу та стерні, поширення хвилі

нульової температури обмежувалося: для цього фону характерні менша (на 5,4–8,2 см) глибина промерзання ґрунту, швидке його відтаювання і краща акумуляція води. Завдяки вологонакопиченню в осінньо-зимовий період розпушування ґрунту чизелем було кращим у варіантах з полицевим обробітком, в середньому на 11,3 мм. Підвищений рівень засвоєння опадів холодної пори року пов'язуємо також зі смуговим розуцільненням ґрунту в борознах, що характерно для цього способу.

Установлено, що в роки з порівняно низькими залишковими запасами вологи в ґрунті, за дощової осені та сніжної зими акумулювалось 47–56 % атмосферних опадів (або 154–185 мм). За таких умов відмічено посилене накопичення і засвоєння води на фоні плоскорізного і, особливо, чизельного обробітків, які переважали оранку відповідно на 7,4–25,5 мм, або на 4,4–13,8 %. У роки з відносно високими вихідними запасами вологи (2011/2012) накопичення її виявилось значно меншим (в 2,2–2,7 раза), що співпадає із даними А. Я. Буки, С. Ю. Булигіна, А. П. Коваленка [1], які на основі розрахунків коефіцієнтів кореляції встановили тісний зв'язок (0,94) між осінніми вологозапасами та кількістю засвоєної за холодну пору року продуктивної вологи.

Соняшник для формування високого урожаю насіння потребує значного накопичення запасів вологи в ґрунті – 165–185 мм продуктивної вологи у кореневмісному шарі 0–150 см і достатньої кількості опадів (понад 200 мм) упродовж вегетаційного періоду. В середньому за 2011–2013 рр. на дослідних ділянках запаси доступної рослинам вологи в шарі 0–150 см становили 170,3–179,4 мм, при цьому вміст їх різнився залежно від метеорологічних умов в холодну пору року і досліджуваних агротехнічних прийомів (табл. 3).

3. Динаміка продуктивної вологи в ґрунті під соняшником за різного обробітку та удобрення, мм (середнє за 2011–2013 рр.)

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 застосовуваних ґрунтообробних знарядь і технологічних процесів, перевага мульчувальних обробітків щодо абсолютної величини весняної вологи більшою мірою проявлялись у 2010/2011 р. (волога осінь, сніжна зима, посилений вітровий режим), коли показники вмісту її в ґрунті досягали позначки 183–200 мм (76–83 % від граничної польової вологоємності), а розбіжності між варіантами полицевого, чизельного

і плоскорізного обробітків на користь останніх досягали 10,2–17,5 мм.

За недостатньої кількості опадів в осінньо-зимовий період 2011/2012 р., які випадали часто 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 вегетації знижується за рахунок як фізичного випаровування, так і транспіраційних витрат води в процесі життєдіяльності рослин.

У середньому за 2011–2013 рр. на час цвітіння соняшнику в півтораметровому шарі ґрунту на фоні оранки відмічалось (залежно від фону удобрення) 25–29 мм продуктивної вологи, а мульчувальних обробітків – 27–55 мм. 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 у жарку погоду, гальмуванні дифузії і конвекції водяних парів, особливо на початку вегетації культурних рослин, у нашому випадку до змикання рядків соняшнику.

Зменшенню непродуктивного випаровування за мульчувального обробітку, на наш погляд, сприяли також ущільненість прошарку ґрунту під насінням (10–30 см) і покращання його структурного стану порівняно із зяблевою оранкою. Доведено, що збільшення щільності чорноземів гальмує швидкість підйому води через тертя її зі стінками капілярів малого діаметра, звідси – структурний ґрунт втрачає менше вологи, ніж безструктурний [2].

Літературні джерела свідчать, що олійна культура досить вимоглива до забезпечення вологою, однак потреба в ній за періодами розвитку різна. До початку фази утворення суцвіть соняшник витрачає близько 20 % загальної кількості води переважно з шару ґрунту 0–50 см. Критичним для нього вважається фаза утворення кошика та цвітіння, коли рослина споживає до 60 % запасів доступної вологи. Завдяки своїм біологічним особливостям соняшник здатний використовувати вологу з глибини до 3 м, при цьому повністю висушуючи півтораметровий шар ґрунту [5, 7].

Загалом у сприятливі для формування високої продуктивності роки (2011, 2013 рр.) із ґрунту за період вегетації посівами соняшнику було використано відповідно 1543–1938 та 1968–2072 м³/га, в гостропосушливому 2012 р – лише 1264–1378 м³/га. Відмінною ознакою при цьому 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. досягала 95,9–100 %.

Так, від сівби до настання повної стиглості насіння посіви соняшнику майже повністю вичерпали наявні запаси ґрунтової вологи, особливо на фоні внесення добрив. Це пояснюється, насамперед, біологічними особливостями рослин (потужна коренева система, значна листкова поверхня, тривалий вегетаційний період) і складними гідротермічними умовами (посухи навесні і влітку), що призводять до непродуктивного випаровування води. 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 і плоскорізного обробітків при залученні побічної продукції й внесенні туків, найменшими (1516 м³/га) – на ділянках з дискуванням без застосування 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 врожаю. Слід відзначити, що перевага кращих варіантів мульчувального обробітку щодо оранки 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 перевертання скиби. Тому, незважаючи на більші сумарні витрати вологи за чизельного і

плоскорізного обробітків, тут у 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).

4. Вплив обробітку ґрунту та удобрення на водоспоживання соняшнику, м³/т

Обробіток ґрунту	Удобрення	Коефіцієнти водоспоживання*			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

*Розрахований на суху масу врожаю (основна + побічна продукція).

Вказані способи мульчувального обробітку на неудобреному фоні, а також дискування на усіх без винятку фонах зумовлювали посилення водоспоживання відносно контролю, що пояснюється меншою продуктивністю рослин. Внесення синтетичних туків, особливо з підвищеним вмістом азоту (N₆₀P₃₀K₃₀) сприяло більш економному витрачання води на створення одиниці сухої речовини.

Отже, більш інтенсивний сезонний кругообіг вологи на фоні чизельного обробітку і плоскорізного розпушування ґрунту (значніше використання води рослинами соняшнику в період вегетації і майже повна компенсація в холодну пору року) розглядається як позитивний фактор, що значною мірою активує циркуляцію речовин в природному середовищі.

В Степу України суттєвий вплив на продуктивність соняшнику чинять погодні умови, добрива та агротехнічні прийоми, спрямовані на акумуляцію і збереження вологи. Порівняно висока (2,31–3,00 т/га) урожайність насіння була у сприятливих 2011 і 2013 рр. завдяки значним весняним запасам продуктивної вологи в ґрунті (183–207 мм, шар 0–150 см) та дощам в літній період.

Натомість у 2012 р. повітряна та ґрунтова посухи істотно гальмували ріст рослин, стан їх в період цвітіння і утворення репродуктивних органів оцінювався як критичний. Внаслідок дефіциту ґрунтової вологи, високих температур і низької відносної вологості повітря спостерігалось передчасне всихання листків; формувалось до 25 % пустого насіння, яке було розташоване переважно в центральній частині кошика. В поєднанні з відсутністю агрономічно корисних опадів упродовж травня – липня це зумовило низьку урожайність соняшнику (1,79–2,35 т/га).

Характерною ознакою, яка проявилась в період вегетації соняшнику, був уповільнений розвиток рослин на природному фоні (без мінеральних добрив) за мульчувального обробітку до настання фази утворення кошиків. Це пояснюється, насамперед, відмінністю топографії розміщення рослинних решток, різним ступенем перемішування і сепарації ґрунтової маси, звідси і суттєвий вплив на перебіг мікробіологічних процесів. Підтвердженням цьому слугує визначення вмісту N-NO₃ в орному шарі ґрунту під час цвітіння, як результат – перевага оранки по відношенню до варіантів мілкового обробітку в абсолютному вимірі дорівнювала 1,2–2,2 мг/кг, у відносному – 10,7–18,5 %. В кінцевому рахунку дещо вищою урожайність насіння соняшнику (на 0,07–0,23 т/га) була по оранці.

На удобреному фоні за рівнем урожайності насіння соняшнику оранка не мала переваги порівняно з чизельним і плоскорізним обробітком ґрунту (відповідно 2,55–2,66 та 2,54–

2,72 т/га). Відносно тривалий період від початку весняно-польових робіт до сівби олійної культури уможливило виконати на полі низку технологічних операцій, які забезпечують кришення, розпушування та часткове перемішування ґрунту і, як наслідок, створюють на стерньовому агрофоні досить сприятливі вихідні умови для життєдіяльності мікробних популяцій, розкладу післяжнивних решток і вивільнення іммобілізованих азотних сполук у ґрунтовий розчин. Чизельний обробіток виявився більш ефективним при залученні у кругообіг понад 5 т/га соломи (2011 і 2012 рр.), плоскорізне розпушування – при залишенні на полі менше 3,5 т/га післяжнивних решток (2013 р.).

Водночас мілкий дисковий обробіток за ступенем впливу на урожайність соняшнику поступався оранці, незалежно від фону удобрення, в середньому на 0,17–0,23 т/га. Використання звичайних парових культиваторів типу КПС-4 на фоні мілкового загортання великої кількості соломи, погіршувало якість передпосівної підготовки поля і сівби, при цьому частка насіння, заробленого сівалкою на меншу глибину від заданої, досягала 18–21 %. За наявного технічного супроводу технологічних процесів тут важко створити посівний шар з оптимальною структурою і будовою ґрунту. За посушливої погоди не виключаються ризики, пов'язані з повільним розвитком кореневої системи та засвоєнням рухомих сполук NPK (2012 р.).

Натомість, коли інтенсивні опади мають місце відразу після сівби олійної культури, на ділянках з дисковим обробітком, внаслідок більшої розпорошеності й вологості верхнього шару, існує небезпека утворення ґрунтової кірки, яка перешкоджає проростанню насіння і виносу на поверхню сім'ядолей (2013 р.).

Розрахунки показали, що при залученні у кругообіг усієї побічної продукції попередника (пшениця озима) зростання виробничих витрат за оранки не окупається належним рівнем урожайності насіння. Натомість застосування технологічних схем, що базуються на чизельному (14–16 см) і плоскорізному (12–14 см) мульчувальних обробітках, при оптимальному мінеральному удобренні (N₆₀P₃₀K₃₀) забезпечило, порівняно з оранкою, економію пального (12,3–13,8 л/га) і коштів (171–191 грн/га), додатковий прибуток (218–357 грн/га), підвищення рівня рентабельності зі 130,9 до 144,2–147,0 %. Окупність 1 грн витрат (відношення вартості основної продукції до витратної частини коштів на здійснення технологічних операцій) у відзначених варіантах мульчувального обробітку становила 2,44–2,47 грн проти 2,32 грн при застосуванні полицевих знарядь (табл. 5).

5. Економічна ефективність вирощування соняшнику за мульчувального обробітку ґрунту (фон – післяжнивні рештки + N₆₀P₃₀K₃₀, середнє за 2011–2013 рр.)

Показник	Способи і глибина основного обробітку ґрунту			
	полицевий (20–22 см)	чизельний (14–16 см)	плоскорізний (12–14 см)	дисковий (10–12 см)
Урожайність насіння, т/га	2,66	2,72	2,68	2,49
Виробничі витрати, всього (грн/га)	4028	3857	3837	3767
Собівартість 1 т насіння, грн	1514	1418	1432	1513
Умовно чистий прибуток, грн/га	5314	5671	5532	4950
Рівень рентабельності, %	131,9	147,0	144,2	131,4
Окупність 1 грн витрат, грн	2,32	2,47	2,44	2,31
Витрати пального на основний обробіток, л/га	28,5	16,2	14,7	10,3

Використання важких дискових борін в досліді було доцільним з точки зору меншої енергоємності процесу, однак призводило до зниження урожайності насіння і погіршення базових економічних складових технології. Наприклад, рентабельність, як найбільш об'єктивний показник, що відображає організаційно-технічну і агрономічну ефективність виробництва, тут дорівнювала 131,4 %. Це стосується і окупності 1 грн витрат, яка виявилась на 0,13–0,16 грн меншою, ніж за чизельного та плоскорізного обробітку ґрунту.

Висновки

Таким чином, при залученні у кругообіг усієї побічної продукції попередника (пшениця озима) чизельний (14–16 см) та плоскорізний (12–14 см) мульчувальний обробітки забезпечують належне збереження післяжнивних решток (2,0–3,8 т/га), високий ступінь проєктивного покриття поверхні поля (61–80 %), додаткове (45–113 м³/га) накопичення продуктивної вологи в ґрунті за рахунок кращого засвоєння ним опадів осінньо-зимового періоду, гальмують непродуктивне її випаровування навесні та влітку, сприяють при внесенні мінеральних добрив більш економному витрачанням води на створення одиниці сухої речовини урожаю соняшнику в умовах північного Степу України.

Запровадження мінімального (чизельний, плоскорізний) обробітку ґрунту у поєднанні з внесенням соломи й мінеральних добрив з підвищеним вмістом азоту (N₆₀P₃₀K₃₀) уможливає сформувати високопродуктивні посіви соняшнику, одержати урожайність насіння 2,68–2,72 т/га, підвищити рівень рентабельності (порівняно з оранкою) на 12–15 %. При цьому економія пального досягає 12,3–13,8 л/га.

Бібліографічний список

1. Бука А. Я., Булыгин С. Ю., Коваленко А. П. Влагодобеспеченность почвы при различных способах обработки. *Земледелие*. 1985. № 12. С. 10–12.
2. Гордієнко В. П. Ґрунтова волога. Сімферополь, 2008. 368 с.
3. Лебідь Є. М., Коваленко В. Ю., Чабан В. І. Родючість чорнозему звичайного північного Степу за використання побічної продукції стерньових культур у сівозміні. *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб.* Харків, 2006. Т. 3. С. 78–80.
4. Пабат І. А., Горобець А. Г., Горбатенко А. І., Убірїя Д. Е. Вплив факторів родючості на продуктивність соняшнику в короткоротаційній сівозміні *Вісн. аграр. науки*. 2003. № 7. С. 15–19.
5. Подсолнечник: монографія / Под общ. ред. акад. В. С. Пустовойта. Москва: Колос, 1975. 592 с.
6. Роде А. А. Водный режим почв и его регулирование. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. 119 с.
7. Ткалич І. Д., Ткалич Ю. І., Рычик С. Г. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): монографія / под. ред. д-ра с.-х. наук проф. І. Д. Ткалича. Днепропетровск: Новая идеология, 2011. 172 с.
8. Циліорик О. І., А. І. Горбатенко, Судак В. М., Шапка В. П. Вплив мінімального обробітку ґрунту та удобрення на урожайність і олійність насіння соняшнику в умовах північного Степу. *Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України, Дніпропетровськ*, 2015. № 9. С. 11–15.
9. Агроекономічна-ефективність різних способів основного обробітку ґрунту під соняшник в Степу / В. С. Чумак та ін. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. УААН. Дніпропетровськ*, 2011. № 40. С. 56–69.
10. Шикуніа Н. К., Назаренко Г. В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. Москва: Агропромиздат, 1990. 320 с.
2. Hordiienko, V. P. (2008). *Gruntova voloha* [Soil moisture]. Simferopol: N. p. [in Ukrainian]
3. Lebid, Ye. M., Kovalenko, V. Iu., Chaban, V. I. (2006). Fertility of chernozem of the northern Norwegian Steppe for the use of byproducts of sturgeon crops in crop rotation. *Ahrokhimiia I gruntoznavstvo* [Agrochemistry and soil science: intersection. thematic sciences save], 3. 78–80. [in Ukrainian]
4. Pabat, I. A., Horobets, A. H., Horbatenko, A. I., Ubyriia, D. E. (2003). Influence of fertility factors on sunflower productivity in short rotation crop rotation. *Visnyk ahrarnoi nauki* [Bulletin of Agrarian Science], 7,15–19. [in Ukrainian]
5. Podsolnechnyk: [Sunflower]. V. S. Pustovoita (Ed.). Moscow: Kolos, 1975. 592.
6. Rode, A. A. (1963). *Vodnyi rezhim pochv I eho regulirovanie* [Water regime of soils and its regulation]. Moscow: AN SSSR [in Russian]
7. Tkalych, Y. D., Tkalych, Yu. Y., Rychik, S. H. (2011). *Tsvetok solntsa (osnovy biolohii I ahrotekhniki podsolnechnika)* [The flower of the sun (the basis of biology and agronomy of the sunflower)]. Y. D. Tkliacha (Ed.). Dnepropetrovsk. New Ideologi. [in Ukrainian]
8. Tsyliuryk, O. I., Horbatenko, A. I., Sudak, V. M., Shapka V. P. (2015). Influence of minimum tillage and fertilization on the yield and oil content of sunflower seeds in the conditions of the northern steppe. *Biuletyn Instytutu silskogo hospdarstva stepovoi zony* [Bulletin of the Institute of the Salt State Forestry Steppe Zone], 9, 11–15. [in Ukrainian]
9. Chumak, V. S., Tsyliuryk, O. I., Horobets, A. H., Horbatenko A. I. (2011). Agro-economic efficiency of different methods of basic cultivation of soil under sunflower in Steppe. *Biuletyn Instytutu zernovogo hospodarstva* [Bulletin of the Institute of Grain Farming], 40, 56–69. [in Ukrainian]
10. Shykula, N. K., Nazarenko, H. V. (1990). *Minimalnaia obrabotka chernozemov I vosproizvodstvo ih plodorodiia* [Minimal processing of chernozems and reproduction of their fertility]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian]

References

1. Buka, A. Ia., Bulyhin, S.Iu., Kovalenko, A. P. (1985). Moisture of soil under various methods of processing. *Zemledelie* [Agriculture], 12. 10–12.
- УДК 633.854.78:631.51

Судак В. Н. Влагообеспеченность и продуктивность подсолнечника при мульчирующей обработке почвы. Зерновые культуры. 2017. Т 1. № 1. С. 329–337.

Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, д. 14, г. Днепр, Украина, 49027, e-mail: 06833840@i.ua

Ключевые слова: подсолнечник, обработка почвы, послеуборочные остатки, минеральные удобрения, водный режим, урожайность, экономическая эффективность.

Изучено влияние различных способов и глубины основной обработки почвы при вовлечении в кругооборот 3,4–6,9 т/га послеуборочных остатков предшественника (озимая пшеница) на водный режим чернозема, урожайность и экономическую эффективность выращивания подсолнечника. Обоснована целесообразность применения мелкого мульчирующего рыхления пласта (чизельного, плоскорезного) на фоне комбинированной системы удобрения (солома + N₆₀P₃₀K₃₀) с целью улучшения влагообеспеченности растений, повышения продуктивности посевов и рентабельности производства семян подсолнечника.

UDC 633.854.78:631.51

Sudak V. M. Moisture conservation and productivity of sunflower using a mulch tillage method. Grain Crops, 2017, 1 (2), 329–337.

SE Institute of Grain Crops of NAAS, 14 Volodymyra Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine, e-mail: 06833840@i.ua

Key words: sunflower, soil cultivation, post-dormancy remnants, mineral fertilizers, water regime, yield, economic efficiency.

The influence of different methods and depth of the main soil cultivation on the chernozem water regime, yield and economic efficiency of growing sunflower in the northern steppe of Ukraine has been investigated with the involvement of 3.4–6.9 t/ha of crop residues of the predecessor (winter wheat) in the cycle. Multicultural cultivation creates on the field a soil protecting surface from plant remains to prevent deflation and flushing, additional accumulation of snow, reducing water drainage and unproductive evaporation. Protective and moisture-saving effects of Agrofons are largely dependent on the number and physical properties of post-dormancy remnants, as well as the prerequisites for the formation of a continuous mulching screen. Under the influence of straw mulching, the direction and intensity of biochemical processes in the soil, in particular, the content of mobile compounds of phosphorus and potassium increases in it, increases the activity of the main groups of microorganisms of the nitrogen series. In the crop layer, due to better supply of energy material, as well as a smaller fluctuation of humidity and temperature, the number of useful fauna increases.

According to the records, chisel and sweep-type equipment preserves crop residues of winter wheat best of all. With the average volume of 5.1 t/ha of the predecessor's residues involved in the cycle, there remained unopened 3.5–3.8 t/ha of straw (67.3–71.9 %) after the main cultivation and 2.0–2.3 t/ha (38.8–43.3 %) at the time of sowing of oil-bearing crops. The degree of projective cover of the soil surface with plant residues after chiseling and sweep cultivation in the fall was 76–80 % and in the spring it was 61–67 %, which indicates a potentially high snow-moisture efficiency and moisture conservation ability of the agricultural background.

With the involvement of all the leaf and stem residues of the predecessor, mulch tillage using chisel and sweep-type equipment contributed, in comparison with plowing, to an additional (45–113 m³/ha) accumulation of productive moisture in a layer of 0–150 cm, an increase in the level of assimilation of fall-winter precipitations up to 45.4–47.8 % and more economical water consumption to create a unit of dry matter of sunflower yield (organo-mineral fertilization). The water consumption coefficient indicated the advantage of the best mulch cultivating options for plowing on the fertilized background, which manifested itself both in the yields of the main products and in the lateral, especially in 2013, when favorable start conditions for the rapid growth of vegetative organs were created on the plots without rotation of the chute. Therefore, despite the higher total costs of moisture for chisel and planar cultivation, the water consumption coefficient here on average for the years of research in the application of mineral fertilizers tended to decrease (444–468 m³/ha against 456–475 m³/ha in the plow)

With the autonomous use of plant residues (without application of fertilizers), 2.38 t/ha and 2.15–2.31 t/ha of sunflower seeds were harvested after surface tillage and mulching respectively. With the combined application of straw and complex dual nitrogen mineral fertilizers (N₆₀P₃₀K₃₀), both chisel and sweep cultivation were not inferior to plowing in terms of the level of yield of the main product (2.68–2.72 and 2.66 t/ha respectively). The advantage of chiseling was observed when more than 5 t/ha of straw (2011,

2012) were involved in the cycle, while sweep cultivation produced better result when less than 3.5 t/ha of crop residues were left in the field (2013). Shallow disk tillage, irrespective of fertilization, led to a decrease in plant productivity compared with the control by 7–10 %. At the same time, the small amount of disk cultivation in terms of the degree of impact on the yield of sunflower fell in the plow, irrespective of the background of fertilizer, an average of 0.17–0.23 t/ha. The use of conventional steam-type cultivators of the type KPS-4 against the background of the small rounding of a large number of straw, deteriorated the quality of pre-planting field preparation and sowing, while the proportion of seed earned by the drill to a lesser depth than the given, reached 18–21%. With the technical support of technological processes, it is difficult to create a crop layer with optimal structure and structure of the soil. In arid weather, the risks associated with the slow development of the root system and the assimilation of NPK mobile compounds (2012) are not excluded.

Instead, when intense precipitation falls immediately after sowing of the oilseed crop, in the undersized areas, due to the greater dispersal and moisture content of the upper layer, there is a danger of the formation of a soil crust, which prevents seed germination and withdrawal to the surface of cotyledons. Slight discoloration, irrespective of the background of fertilization, led to a decrease in plant productivity compared with control by 7–10 %.

According to the results of economic assessment in cultivation of sunflower after winter wheat using 3.4–6.9 t/ha of straw and applying an optimal dose of mineral fertilizers ($N_{60}P_{30}K_{30}$), it is expedient to employ resource-saving chisel (14–16 cm) or sweep (12–14 cm) mulch tillage. More economical (compared to plowing (20–22 cm)) sunflower growing will reduce the cost of a ton of seeds by 82–96 UAH and increase profitability by 12–15 %.