

УДК 631.51:631.8:633.854.78(477.6)
© 2017

О.І. ЦИЛЮРИК,
доктор сільськогосподарських наук

**А.Ф. КУЛІК,
Н.В. ГОНЧАР,**
кандидати біологічних наук

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна
E-mail: tsilurik_alexander@ukr.net
вул. С. Єфремова, 25, м. Дніпро

БІОЛОГІЧНА
АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ
ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ
ЙОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ
В ПОСІВАХ СОНЯШНИКУ

Встановлено тенденцію до підвищення активності розкладання лляного полотна за полицевого обробітку ґрунту та чизелювання на неудобрених варіантах у зв'язку з кращими умовами аерації, зволоженості ґрунту та більш глибоким загортанням рослинних решток. Мілке дискування призводить до гальмування мікробіологічної активності та нітрифікації внаслідок погіршення агрофізичних властивостей орного шару і локалізації в обмеженому ґрунтовому середовищі великої кількості післяжнивних решток.

Ключові слова: соняшник, біологічна активність ґрунту, рослинні рештки, обробіток ґрунту, мінеральні добрива, урожайність, економічна ефективність.

Постановка проблеми. Важливим показником родючості ґрунтів є його біологічна активність, яка характеризує якісний і кількісний склад мікроорганізмів, активність ферментів, ґрунтове “дихання”, а також потенційну здатність забезпечувати рослини елементами живлення. Мінералізаційно-імобілізаційні процеси у ґрунті мають циклічний характер, відбиваючи динамічну рівновагу між ними в певний момент часу. Азот субстрату ґрунту постійно трансформується з неорганічної в органічну форму за допомогою асиміляційних процесів, з органічної в неорганічну – шляхом розкладання та мінералізації [1].

Чинниками, які дозволяють інтенсифікувати мікробіологічні процеси, вважають внесення мінеральних й органічних добрив, залишення на полі післяжнивних рослинних решток попередників за умови впровадження раціональних сівозмін і систем основного

обробітку ґрунту. Підсилення мінералізаційних процесів до певного рівня можна визнати позитивним явищем, адже паралельно в такому агроценозі відбувається підвищення продуктивності польових культур. Надмірна активність ґрунтових мікроорганізмів може спричинити швидку мінералізацію гумусу та зростання непродуктивних втрат газоподібного азоту в процесах денітрифікації та нітрифікації, накопичення нітратів у ґрунті та подальше їх вимивання з ґрунтовими водами. При цьому також знижується коефіцієнт використання польовими культурами азоту з добрив, уміст якого в ґрунті не є досить високим.

На думку багатьох науковців, оранка сприяє зростанню біологічної активності ґрунту за рахунок суттєвого покращення його аерації і загортання рослинних решток у нижню частину орного шару [2]. Однак Ф.Т. Моргун та М.К. Шикун [3, 4] відда-

ють перевагу безполицевому обробітку, вважаючи його визначальним чинником активності ґрунтової біоти за сприятливих умов зволоження ґрунту. Так, за систематичного застосування вищі показники біологічної активності забезпечує поверхневий, мілкий плоскорізний обробіток, особливо в разі внесення мінеральних азотних добрив, що позитивно впливає на поживний режим і гумусний стан ґрунту. У середині вегетаційного періоду біологічна активність за безполицевого обробітку зростає значно більше, ніж за полицевої оранки.

Вплив добрив на ґрунтову мікрофлору значною мірою залежить від кількості післяжнивних решток та їх хімічного складу. Так, внесення мінеральних добрив за наявності рослинних решток бобових культур прискорює процеси мінералізації органічної речовини, а залучення до кругообігу побічної продукції зернових колосових унеможливає надмірну іммобілізацію азотних сполук ґрунту.

Застосування помірних доз мінеральних добрив та мульчування створює сприятливі умови для діяльності ґрунтових мікроорганізмів, що позитивно впливає на поживний режим та гумусний стан ґрунту, а також на культурний ґрунтоутворювальний процес [5].

Останнім часом у технології вирощування соняшнику значного поширення набуває мілкий (мульчувальний) обробіток ґрунту, який виключає можливість перевертання орного шару й передбачає використання побічної продукції попередніх культур [6, 7]. У зв'язку з обмеженою інформацією щодо впливу мілкого мульчувального обробітку ґрунту на ефективність вирощування соняшнику в Північному Степу, а також із суперечливим ставленням різних дослідників до того чи іншого способу обробітку ґрунту виникає необхідність у продовженні досліджень у даному напрямі з метою визначення оптимального варіанта розпушування ріллі в технології вирощування зернової культури, який забезпечує оптимальні умови біологічної активності ґрунту, що тісно пов'язано з водним і поживним режимами, та сприяє максимальній урожайності насін-

ня за мінімальної кількості виробничих витрат і високої рентабельності виробництва. **Метою нашого дослідження** було встановити вплив різних способів мілкого мульчувального обробітку ґрунту та удобрення за високих фонів післяжнивних решток у сівозміні на біологічну його активність, продуктивність та економічну ефективність вирощування соняшнику в умовах Північного Степу України.

Методика експерименту. Дослідження проводили в дослідному господарстві “Дніпро” державної установи Інститут сільськогосподарства степової зони НААН України (нині Інститут зернових культур НААН України) у стаціонарному польовому досліді лабораторії сівозмін та природоохоронних систем обробітку ґрунту в п'ятипільній сівозміні чистий пар–пшениця озима–соняшник–ячмінь ярий–кукурудза відповідно до загальноприйнятих методик дослідної справи, протягом 2011–2015 рр.

Схема досліду включала застосування полицевого обробітку ґрунту (оранка плугом ПО-3-35 на 20–22 см, контроль) і різних видів безполицевого мульчувального обробітку ґрунту (чизелювання важким чизель-культиватором Conser Till Plow на 14–16 см, плоскорізне розпушування комбінованим агрегатом КР-4,5 на 12–14 см, дискування бороною БДВ-6,3 на 10–12 см). Листостеблову масу попередника (пшениця озима) подрібнювали та рівномірно розподіляли по полю під час збирання врожаю. Обробіток ґрунту і загортання подрібненої соломи проводили на трьох агрохімічних фонах: 1 – післяжнивні рештки (без добрив); 2 – післяжнивні рештки + $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3 – післяжнивні рештки + $N_{60}P_{30}K_{30}$. З метою знищення бур'янів застосовували ґрунтовий гербіцид Харнес – 2,5 л/га та проводили культивування міжрядь. Інші елементи агротехніки – загальноприйняті для степової зони. Біологічну активність ґрунту визначали методом аплікацій лляного полотна як однорідного за хімічним складом джерела клітковини.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний важкосуглинковий з умістом в орному шарі: гумусу – 4,2 %, нітратно-

го азоту – 13,2 мг/кг, рухомих сполук фосфору і калію (за Чириковим) відповідно 145 та 115 мг/кг.

Результати дослідження та їх обговорення. Інтенсивність розкладання целюлози волокна лляних полотен в орному шарі під соняшником (шар 0–30 см, експозиція – 30 днів) мала відмінності як по способах обробітку ґрунту, так і по фонах удобрення. На ділянках без мінеральних добрив найвищий показник був на оранці (15,9 %), найнижчий – на дискуванні (12,9 %) – табл. 1. Варіанти чизелювання та плоскорізного розпушування скиби займали проміжне положення. Підсилення мікробіологічних процесів за полицевого обробітку пояснюється кращою аерацією ґрунту, послаблення розкладання тканини за дискового – ущільненою будовою орного шару і локалізацією в обмеженому середовищі великої кількості післяжнивних решток.

На фоні мінерального удобрення в поєднанні з післяжнивними рештками попередника (пшениця) значно поліпшувались умови для діяльності ґрунтових мікроорганізмів за чизельного і плоскорізного обробітку ґрунту. Найбільш виразно це проявилось у 2011 та 2013 роках, вірогідно, внаслідок сприятливого поєднання гідротермічних елементів погоди, наявності достатніх запасів енергетичного матеріалу і поступового збільшення швидкості кругообігу мікробної маси у часовому ви-

мірі. У середньому за період досліджень інтенсивність розкладання лляної тканини тут дорівнювала 20,2–24,9 % проти 20,7–24,8 % на оранці та 18,6–20,6 % на дискуванні.

Біологічна активність чорнозему в досліді корелювала з показниками вмісту N–NO₃ в орному шарі й зростала у висхідному порядку: неудобрений фон – 12,9–15,9 %; N₃₀P₃₀K₃₀ – 18,6–21,3 %; N₆₀P₃₀K₃₀ – 20,6–24,9 %. Отримані дані підтверджують тезу щодо односторонності процесів розкладання целюлози і показують не лише активність певної групи мікроорганізмів, але й ступінь мобілізації азоту в ґрунті [8].

Із збереженням викладених закономірностей стосовно способів основного обробітку і фонів удобрення у 2011 і 2013 роках біологічна активність ґрунту була значно вищою, ніж у 2012 р. В останньому випадку це пояснюється суттєвим погіршенням внутрішньоґрунтового мікроклімату в період проведення експерименту внаслідок посушливих умов за прогресуючого зневоднення і ущільнення орного шару чорнозему (рис. 1, 2).

Результати мікробіологічних досліджень, проведені А.М. Коваленко [9, 10] в Інституті зрошувального землеробства НААН України, свідчать про те, що загальна кількість мікроорганізмів на початку вегетації соняшнику була більшою на варіантах із безполицевим обробітком (чизелювання, дискування)

1. Інтенсивність розкладання лляної тканини в шарі ґрунту 0–30 см під соняшником (середнє за 2011–2015 рр.), %

Удобрення	Спосіб обробітку ґрунту			
	полицевий, 20–22 см	чизельний, 14–16 см	плоскорізний, 12–14 см	дисковий, 10–12 см
1. Післяжнивні рештки (без добрив)	15,9	14,2	13,8	12,9
2. Післяжнивні рештки + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	20,7	21,3	20,2	18,6
3. Післяжнивні рештки + N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	24,8	24,9	23,7	20,6



Полицевий, 20–22 см

Чизельний, 14–16 см

Дисковий, 10–12 см

Рис. 1. Розкладання лляного полотна в сприятливій за вологістю 2011, 2013 роки

порівняно з полицевою оранкою (табл. 2). У подальшому до фази цвітіння соняшнику їх чисельність дещо вирівнювалась, але все ж таки до кінця вегетації була вищою за чизельного обробітку ґрунту. Відзначимо також, що протягом усієї вегетації соняшнику загальна чисельність мікроорганізмів за умов оранки була меншою, ніж на інших варіантах.

Чисельність олігонітрофільних мікроорганізмів в орному шарі дещо зростала від сівби до масового цвітіння соняшнику, а потім істотно знижувалася (табл. 2). Так, у липні кількість мікроорганізмів збільшувалася в

усіх досліджуваних варіантах і була максимальною за чизелювання, а на кінець вегетації у серпні істотних відмінностей між варіантами обробітку ґрунту не спостерігалось.

Кількість амоніфікуючих мікроорганізмів у ґрунті підвищувалася протягом першої половини вегетації, а надалі знижувалася, що вірогідно пов'язано з поступовим зменшенням запасів продуктивної вологи у верхніх шарах ґрунту. У червні кількість амоніфікуючих мікроорганізмів по варіантах досліді практично була однаковою, а в липні і серпні їх чисельність зафіксована достовірно



Полицевий, 20–22 см

Чизельний, 14–16 см

Дисковий, 10–12 см

Рис. 2. Розкладання лляного полотна в аномально посушливому 2012 році

2. Динаміка чисельності мікроорганізмів ґрунту залежно від його обробітку в посівах соняшнику (середнє за 2011–2015 рр.), млн/г

Спосіб обробітку ґрунту	Відбір зразків ґрунту		
	червень	липень	серпень
Загальна кількість мікроорганізмів			
Полицевий (оранка), 20–22 см	17,99±1,35	20,24±1,13	17,72±1,65
Чизельний, 14–16 см	20,05±1,40	21,09±1,04	20,57±2,61
Дисковий, 10–12 см	18,53±1,62	21,81±1,01	19,19±1,89
Олігонітрофільні мікроорганізми			
Полицевий (оранка), 20–22 см	17,53±0,70	19,61±0,92	15,03±1,10
Чизельний, 14–16 см	17,21±0,98	22,33±0,36	14,77±0,83
Дисковий, 10–12 см	18,39±1,08	21,12±0,19	14,95±1,10
Амоніфікуючі мікроорганізми			
Полицевий (оранка), 20–22 см	21,70±2,34	23,46±0,98	16,41±0,44
Чизельний, 14–16 см	21,89±2,14	24,30±0,44	18,12±0,95
Дисковий, 10–12 см	20,09±2,01	25,05±0,86	19,94±0,73
Нітрифікуючі мікроорганізми			
Полицевий (оранка), 20–22 см	7,09±0,20	7,65±0,40	9,63±0,76
Чизельний, 14–16 см	8,02±0,38	7,29±0,31	9,62±0,37
Дисковий, 10–12 см	8,00±0,39	8,93±0,49	10,15±0,36

вищою на варіантах чизелювання та дискування.

Відмічена також тенденція до підвищення кількості нітрифікуючих мікроорганізмів у ґрунті протягом вегетаційного періоду та зростання їх чисельності за безполицевого мілкового обробітку ґрунту (дискування) відносно полицевої оранки.

Аналіз урожайних даних насіння соняшнику показує, що порівняно високу (2,05–3,00 т/га) врожайність було отримано у відносно сприятливих умовах 2011, 2013–2015 років завдяки значним весняним запасам продуктивної вологи в ґрунті, а також опадам улітку. Натомість у 2012 році повітряна та ґрунтова посухи істотно гальмували мікробіологічну активність ґрунту та ріст і розвиток рослин, тому стан їх під час цвітіння і утворення репродуктивних органів оцінювався як критичний. Через дефіцит до-

ступної вологи, високі температури і низьку відносну вологість повітря спостерігалось передчасне засихання листків, формувалося до 25 % пустого насіння, яке було розташоване переважно в центральній частині кошика. У поєднанні з відсутністю агрономічно корисних опадів протягом травня–липня це зумовило низьку врожайність соняшнику – 1,79–2,35 т/га (табл. 3).

На неудобреному фоні відмічали уповільнені ріст і розвиток рослин за плоскорізного та чизельного обробітку до настання фази утворення кошиків. Це пояснюється, насамперед, відмінністю топографії розміщення післяжнивних решток попередника (пшениця озима), різним ступенем перемішування і сепарації ґрунтової маси, що суттєво впливало на якість сівби і перебіг мікробіологічних процесів. У підсумку врожайність насіння соняшнику по оранці була дещо вищою.

3. Вплив обробітку ґрунту та удобрення на врожайність насіння соняшнику, т/га

Обробіток ґрунту (фактор А)	Удобрення (фактор В)	Рік дослідження					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}	Для фактора А	0,12	0,11	0,15	0,16	-	-
	Для фактора В	0,10	0,10	0,17	0,17	-	-
	Для взаємодії	0,18	0,18	0,24	-	-	-

На удобреному фоні стан посівів за плоскорізного та чизельного обробітку порівнювався до полицевого, тому врожайність основної продукції стосовно зазначених агроприємів виявилася приблизно однаковою. Тривалий період від початку весняно-польових робіт до сівби олійної культури дає змогу виконати на полі низку технологічних операцій, які забезпечують кришення, розпушування та часткове перемішування ґрунту і, як наслідок, створюють на стерньовому удобреному агрофоні досить сприятливі вихідні умови для життєдіяльності мікробних популяцій, розкладання післяжнивних решток і вивільнення іммобілізованих азотистих сполук у ґрунтовий розчин. Зазначимо, що перевагу чизелювання відстежували у випадках використання понад 5 т/га соломи (2011, 2012, 2014, 2015 роки), плоскорізного розпушування – при її обсягах до 3,5 т/га (2013 р.).

Внесення навесні помірних доз мінеральних добрив (N₃₀P₃₀K₃₀) на тлі загортання у ґрунт подрібненої соломи дало змогу отримати додатково, відносно контрольного варіанта (загортання побічної продукції без мінераль-

них добрив), за період досліджень від 0,16 до 0,31 т/га насіння. Збільшення в складі комплексного удобрення частки азоту (N₆₀P₃₀K₃₀) забезпечувало надбавку основної продукції 0,29–0,45 т/га. Найвищі показники приросту були зареєстровані у сприятливих 2013, 2014 роках, коли внесені під передпосівну культивування мінеральні добрива тривалий час перебували у вологому ґрунті і ефективно використовувалися для формування високої врожайності соняшнику. Від застосування мінеральних добрив за полицевого обробітку отримано 0,16–0,29, за мульчувального 0,29–0,45 т/га. Більша щільність поширення кореневої системи на одиницю об'єму ґрунту, а також достатньо висока зволоженість його в зоні локалізації мінеральних добрив створюють кращі умови для засвоєння рухомих сполук макроелементів на початкових етапах розвитку рослин, що може бути аргументом на користь варіантів чизелювання та плоскорізного розпушування скиби.

Порівняльна економічна та біоенергетична оцінка різних агроприємів показала, що в разі вирощування соняшнику після пшени-

ці озимої з використанням соломи і внесенням оптимальної дози мінеральних добрив ($N_{60}P_{30}K_{30}$) заслуговує на увагу чизельний (14–16 см) і плоскорізний (12–14 см) обробіток ґрунту. У результаті більш економного (порівняно з оранкою) витрачання коштів та енергії в розрахунку на 1 га площі собівар-

тість і енергоємність тонни насіння відповідно знижувалася на 82–96 грн і 365–379 МДж, рівень рентабельності підвищився на 12–15 %, окупність однієї гривні виробничих витрат зросла з 2,32 до 2,44–2,74, а енергетичний коефіцієнт з 3,01 до 3,19–3,20. Економія пального при цьому сягає 12,3–13,8 л/га.

Висновки

1. Активність ґрунтової мікрофлори в першу чергу прямо пропорційно залежала від умов зволоженості орного шару (0–30 см), внесених мінеральних добрив та аерації ґрунту. Відмічена тенденція до підвищення розкладання лляного полотна за полицевого обробітку ґрунту на неудобрених варіантах, у зв'язку з кращими умовами аерації, та більш глибокого загортання рослинних решток.

2. Використання побічної продукції попередника без внесення мінеральних добрив зумовлювало зниження біологічної активності ґрунту і вмісту нітратного азоту в шарі 0–30 см за мульчувального обробітку порівняно з оранкою в середньому на 1,0–2,2 мг/кг. У варіанті загортання соломи сумісно з туками ($N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{30}K_{30}$) зареєстровано позитивні зміни азотного режиму

чорнозему в часі за чизельного і плоскорізного обробітку, пов'язані з належним рівнем зволоження ґрунту і розвитком процесів ремобілізації нітратів. Мільке дискування призводить до гальмування нітрифікації внаслідок погіршення агрофізичних властивостей орного шару і локалізації в обмеженому середовищі великої кількості післяживних решток.

3. Застосування м'якого мульчувального обробітку (чизелювання, плоскорізне розпушування) під соняшник забезпечує приблизно однакову врожайність насіння та дає можливість покращити економічні показники виробництва насіння олійної культури: рівень рентабельності виробництва та окупність однієї гривні виробничих витрат, збільшити енергетичний коефіцієнт, а також зекономити 12,3–13,8 л/га пального.

Бібліографія

1. Хорішко А.І. Озима пшениця в сівозмiнах Придніпров'я / А.І. Хорішко. – Дніпропетровськ: ЗАТ “Поліграфіст”, 1997. – 134 с.

2. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 343 с.

3. Моргу́н Ф.Т. Почвозащитное земледелие / Ф.Т. Моргу́н, Н.К. Шикла, А.Г. Тарарико. – К.: Урожай, 1988. – 256 с.

4. Шикла Н.К. Минимальная обработка чернозёмов и воспроизводство их плодородия / Н.К. Шикла, Г.В. Назаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 320 с.

5. Демиденко О.В. Післяживні рештки та відновлення родючості чорноземів в агроценозах / О.В. Демиденко // Агроном. – 2006. – № 3(13). – С. 76–79.

6. Циліорик О.І. Продуктивність короткоротаційної сівозміни залежно від системи обробітку ґрунту на фоні суцільного мульчування післяживними рештками / О.І. Циліорик, В.М. Судак, В.П. Шапка // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. – 2015. – № 8. – С. 66–72.

7. Лебідь Є.М. Відтворення родючості чорноземів та продуктивність короткоротаційних сівозмін Степу залежно від системи мульчувального обробітку ґрунту / Є.М. Лебідь, О.І. Циліорик // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. – 2014. – № 6. – С. 8–14.

8. О сопряженности процессов метаболизма углерода и азота в почве / Т.В. Кузнецова, А.С. Тулина, Л.Н. Розанова [и др.] // Почвоведение. – 1998. – № 7. – С. 832–839.

9. Коваленко А.М. Зрошення і сівозміни як фактор впливу на мікрофлору ґрунту / А.М. Коваленко, Г.М. Куц // Еволюція ґрунтів України під впливом антропогенної діяльності: зб. матеріалів Всеукр. науково-практ. конф. – Херсон: РВВ “Колос”, 2015. – Вип. 9. – С. 29–34.

10. Вплив мікробних препаратів на продуктивність соняшнику в умовах природного зволоження за різних способів обробітку ґрунту / А.М. Коваленко, Г.З. Тимошенко, М.В. Новохижній, Г.М. Куц // Зрошуване землеробство: міжвідомч. темат. наук. зб. – Херсон: Гринь Д.С., 2015. – Вип. 63. – С. 48–51.