

УДК 631. 445.4: 631. 51. 021. : 631.8

ПРИМАК І.Д.
ЛЕВАНДОВСЬКА С.М.
ПАНЧЕНКО О.Б.
ПАНЧЕНКО І.А.
ВОЙТОВИК М.В.
КАРПЕНКО В.Г.

Білоцерківський національний аграрний університет

МАРТИНЮК І.В.

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ КУЛЬТУР КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ

Чотирирічними (2016–2019 рр.) дослідженнями у стаціонарній польовій зернопросапній сівозміні вивчено вплив чотирьох систем основного обробітку і чотирьох систем удобрення на біологічну активність орного шару чорнозему типового під агрофітоценозами п'яти культур. Убуток маси лляного полотна в орному шарі ґрунту за два місяці спостережень, що характеризує інтенсивність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів, за полицевого, безполицевого, диференційованого і дискового обробітку становив відповідно 24,5; 22,7; 23,4 і 23,3 % – під соєю, 16,3; 15,7; 15,9 і 16,2 % – під пшеницею озимою, 24,1; 22,8; 24,7 і 22,6 % – під соняшником, 27,7; 24,1; 25,1 і 23,7 % – під ячменем ярим, 21,9; 19,9; 22,4 і 19,0 % – під кукурудзою.

Постійний мілкий і безполицевий обробітки посилюють, а полицевий – зменшує диференціацію орного шару за показником інтенсивності розкладання лляного полотна. Найбільш гетерогенний орний шар за безполицевого, дещо менше – за дискового обробітку в сівозміні.

Інтенсивність розкладання лляного полотна у верхній (0–10 см) частині орного шару ґрунту найвища за безполицевого, найнижча – за полицевого обробітку, а у нижній (20–30 см) частині спостерігається зворотня залежність.

Інтенсивність продукування ґрунтом діоксиду вуглецю під соєю, пшеницею озимою і ячменем ярим найвища за полицевого обробітку, а найнижча: під соєю – за безполицевого і диференційованого обробітку, під пшеницею озимою, соняшником, ячменем ярим – за безполицевого, під кукурудзою – за дискового обробітку. Під соняшником і кукурудзою цей показник вищий за диференційованого, ніж полицевого обробітку в сівозміні.

З підвищенням норм внесення добрив біологічна активність орного шару чорнозему типового зростає.

Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за полицевого і полицево-безполицевого обробітку в сівозміні. Систематичний безполицевий і мілкий дисковий обробіток істотно знижують цей показник.

Ключові слова: ґрунт, культура, сівозміна, обробіток, добрива, лляне полотно, діоксид вуглецю, орний шар, гетерогенність.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-153-2-43-58

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Важливим показником біологічної активності ґрунтового середовища є інтенсивність розкладання клітковини, яка щорічно надходить до нього з рослинними рештками й органічними добривами.

Кінцевим продуктом мінералізації органічної речовини є діоксид вуглецю, інтенсивність виділення якого слугує біологічним показником родючості ґрунту.

Кількість виділеного CO₂ з ґрунту залежить від продукування ним діоксиду вуглецю, його фізико-хімічних властивостей, гідротермічних умов і в підсумку – від швидкості дифузії цього газу. Тому інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту, як вказує ряд дослідників, об'єктивніше називати «диханням ґрунту», яке характеризує газообмін між ґрунтовым і атмосферним повітрям.

Домінуюче значення в продукуванні ґрунтом діоксиду вуглецю відводиться біологічним показникам родючості. Активність мікробіоти в ґрунтовому середовищі тісно пов'язана з окисненням вуглецю органічної речовини до діоксиду вуглецю. Маса продукованого діоксиду вуглецю за мінералізації органічної речовини ґрунту залежить від кількості і структури мікробного ценозу. Тому за інтенсивністю виділення діоксиду вуглецю з ґрунту або вмістом його в ґрунті можна оцінювати біологічну активність останнього. Експериментальними дослідженнями

переконливо доведено, що інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з ґрунту характеризує швидкість мінералізації його органічної речовини [1].

Біологічна активність ґрунту значною мірою залежить від систем обробітку, які істотно змінюють його будову. Зазначимо, що механічний обробіток, на відміну від зрошення, удобрення тощо, не поповнює ґрунт тією чи іншою речовиною або енергетичним матеріалом. Він лише змінює відсоткове співвідношення між твердою фазою, капілярною і некапілярною пористістю, тим самим прискорюючи чи уповільнюючи активність ґрунтової мікробіоти, а, отже, і темпи гуміфікації та мінералізації органічної речовини.

У досліді Білоцерківського НАУ вища біологічна активність орного шару неудобрених ділянок чорнозему типового за полицевого, ніж диференційованого і тривалого мілкого обробітку у п'ятипільній плодозмінній сівозміні. Щодо об'єму виділення діоксиду вуглецю з 15.09 по 15.10 в полі пшениці озимої нижче за безполицевого обробітку на 499,4 мг/м², диференційованого – 105, тривалого мілкого – 137,2 мг/м², ніж за полицевого. А весною (15.04 – 15.05) ця різниця була ще істотною і становила відповідно 745,3; 117,8 і 165,4 мг/м² на користь оранки [2].

На чорноземі типовому Лівобережного Лісостепу України заміна плуга безполицевими знаряддями та періодична оранка на тлі мілкого дискування мали незначний вплив на зміну целюлолітичної активності ґрунту [3].

У типовій десятипільній зернопросапній сівозміні на дослідному полі НУБіП України виділялось діоксиду вуглецю з поверхні чорнозему типового на 8–12 % більше за полицево-безполицевого, ніж диференційованого обробітку [4].

Зниження целюлозоруйнівної активності орного шару чорнозему типового за безполицевого обробітку Сальников С.М. пояснює диференціацією різних частин його за вмістом органічної речовини та умовами аерації [5].

У досліді Уманського національного університету садівництва обробіток культиватором КПЕ – 3,8 на 6–8 см під усі культури поліпшив умови для ґрунтової біоти та дещо підвищив інтенсивність дихання чорнозему опідзоленого внаслідок локалізації добрив і рослинних решток у верхньому (0–10 см) шарі ґрунту. Щодо об'єму виділення діоксиду вуглецю за такого обробітку на 21–24 мг/м² більше, ніж за оранки [6].

Найбільша інтенсивність продукування діоксиду вуглецю чорноземом південним у п'ятипільній сівозміні зафіксована за диференційованого обробітку, що передбачав оранку глибоку (25–27 см) у двох полях, а на решті полів – безполицевий мілкий (8–10 см) обробіток. Найбільшою біологічною активністю за показником розкладу лляного полотна за безполицевого, диференційованого і полицево-безполицевого різноглибинних обробітків у чотирьох п'ятипільних сівозмінах характеризувався шар ґрунту 10–20 см. Найменш активною за всіх систем обробітку виявилася нижня частина (20–30 см) орного шару ґрунту [7].

У досліді Інституту сільського господарства степової зони НААН України спостерігалася тенденція до зростання на 3–11 % інтенсивності розкладу лляного полотна за полицевого обробітку чорнозему звичайного важкосуглинкового під ярими культурами і пшеницею озимою, що обумовлено кращими умовами аерації і більш глибоким загортанням післязбиральних решток рослин у краще зволожені шари ґрунту [8].

У польовому досліді Панфільської дослідної станції Інституту землеробства НААН інтенсивність розкладання лляного полотна і виділення діоксиду вуглецю з осушеного торфового ґрунту вища за оранки плугом на глибину 25–27 см, ніж за дискування на 10–12 см і нульового обробітку [9].

Під посівами ячменю ярого інтенсивність виділення діоксиду вуглецю з чорнозему опідзоленого вища за оранки, ніж поверхневого обробітку на 8 % [10].

У тривалому стаціонарному досліді Інституту землеробства НААН за задовільного і доброгo зволоження орного шару сірого лісового ґрунту (20–40 мм продуктивної вологи у шарі 0–20 см) біологічна активність ґрунту під кукурудзою вища за безполицевого обробітку, ніж за оранки. У посушливі роки спостерігалася зворотна тенденція [11].

Підсумовуючи викладене вище, можна зробити висновок, що у вітчизняних науковців відсутня однастийна думка щодо впливу різних способів, глибини і систем обробітку ґрунту на його біологічну активність. Однак у більшості публікацій вчені надають перевагу диференці-

йованій системі обробітку у сівозмінах, за якої оранка виконується один раз у три – п'ять років, а в решту років – безполицеві, мілкі, поверхневі, а в окремих випадках навіть нульові обробітки.

Мета дослідження – шляхом польового експерименту встановити вплив чотирьох систем основного обробітку ґрунту в поєднанні з різними нормами добрив на біологічну активність орного шару чорнозему типового і продуктивність польової зернопросапної п'ятипільної сівозміни.

Матеріал і методи дослідження. Досліди проведені впродовж 2016–2019 рр. на дослідному полі Білоцерківського НАУ у стаціонарній польовій сівозміні. Вивчали чотири варіанти основного обробітку ґрунту (табл.1) і чотири рівні добрив : нульовий – без внесення добрив, перший – 8 т/га гною + N₇₆P₆₄K₅₇; другий – 12 т/га гною + N₉₅P₈₂K₇₂; третій – 16 т/га гною + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆.

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту в сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти основного обробітку ґрунту*			
		1 полицевий (контроль)	2 безполицевий (чизельний)	3 полицево-безполицевий (диференційований)	4 мілкий (дискування)
		Глибина (см) і засоби обробітку			
1	Соя	16–18 (о.)	16–18 (г.)	16–18 (г.)	10–12 (д.б)
2	Пшениця озима + гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (г.)	10–12 (д.б)	10–12 (д.б)
3	Соняшник	25–27 (о.)	25–27 (г.)	25–27 (о.)	10–12 (д.б)
4	Ячмінь ярий + гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б)	10–12 (г.)	10–12 (д.б)	10–12 (д.б)
5	Кукурудза	25–27 (о.)	25–27 (г.)	25–27 (г.)	10–12 (д.б)

*Примітка: о – оранка, д.б. – дискова борона, г. – глибокорозпушувач.

ґрунт – чорнозем типовий середньосуглинковий. Повторність у досліді триразова. Площа посівних ділянок становить 171 м², а облікових – 112 м².

Оранку виконували плугом ПЛН-3-35, безполицевий (чизельний) обробіток – глибокорозпушувачем ГР-3,4, мілкий (дисковий) – бороною БДВ – 3,0.

Інтенсивність целюлорозкладаючих мікроорганізмів визначали методом аплікації лляного полотна, а інтенсивність дихання ґрунту (виділення діоксиду вуглецю) – методом В.І. Штатнова [12].

Результати дослідження. Під агрофітоценозом сої з 1 по 30 травня за полицевого обробітку найвища біологічна активність чорнозему типового зафіксована в шарі ґрунту 0–10 см, а в шарах 10–20 і 20–30 см вона знижувалася. За полицево-безполицевого і дискового обробітку простежувалась аналогічна закономірність (табл. 2).

Максимальне значення цього показника в шарі ґрунту 0–10 см зафіксоване за безполицевого розпушування. Так, за травень убуток маси лляної тканини в шарах чорнозему 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно: за полицевого обробітку – 16,2; 14,9 і 13,5 % , чизельного – 20,3; 11,7 і 9,1 % , полицево-безполицевого – 18,1; 13,0 і 10,4 % , дискового – 18,4; 12,7 і 10,0 %.

За чизельного, полицево-безполицевого і дискового обробітку цей показник за вказаний період у шарі ґрунту 0–10 см підвищився відповідно на 4,1; 1,9 і 2,3 % , а у шарі 20–30 см змінився на 4,1; 3,1 і 3,5 % , порівняно з контролем.

Диференціація орного шару найбільш виражена за безполицевого обробітку, а найменша вона на контролі. Так, різниця в показниках убутку маси лляного полотна у верхній і нижній частинах орного шару чорнозему типового становила 2,7 % за полицевого обробітку, 11,2 – безполицевого, 7,7 – диференційованого і 8,5 % – за мілкого обробітку в сівозміні.

З 1 травня по 30 червня біологічна активність орного шару під агрофітоценозом сої за полицевого обробітку ґрунту підвищується внаслідок поширення мікробіоти по всьому його профілю.

Убуток маси лляного полотна впродовж двох місяців вегетації зернобобової культури в шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см відповідно становив: за контрольного обробітку – 26,5; 25,5 і 21,4 % , чизельного – 31,6; 21,1 і 15,3, полицево-безполицевого – 28,5 ; 24,3 і 17,5, дискового – 28,4; 24,1 і 17,4 %.

Таблиця 2 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом сої за різних систем обробітку й удобрення

Система основного обробітку (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна, %		Щодобове виділення CO ₂ , мг/м ²	
			1.05–30.05	1.05–30.06	травень	червень
Полицева	0	0-10	13,8	22,9	2682,7	3591,8
		10-20	12,8	21,9		
		20-30	11,6	18,8		
	1	0-10	16,2	26,5	2937,5	3934,3
		10-20	14,6	25,6		
		20-30	13,3	21,3		
	2	0-10	17,3	27,6	3165,1	4196,2
		10-20	15,6	27,1		
		20-30	14,0	22,4		
	3	0-10	17,5	28,9	3366,0	4443,4
		10-20	16,4	27,3		
		20-30	15,1	23,1		
Безполицева (чизельна)	0	0-10	16,7	26,4	2511,4	3433,4
		10-20	10,2	19,3		
		20-30	8,0	14,2		
	1	0-10	20,0	31,6	2740,5	3785,6
		10-20	10,5	20,3		
		20-30	8,7	15,1		
	2	0-10	21,9	33,1	2991,8	4046,2
		10-20	12,5	21,8		
		20-30	9,2	15,6		
	3	0-10	22,6	35,3	3195,2	4308,5
		10-20	13,6	22,9		
		20-30	10,5	16,3		
Диференційована (полицево-безполицева)	0	0-10	15,2	24,3	2538,6	3441,2
		10-20	10,9	20,4		
		20-30	8,9	15,7		
	1	0-10	18,2	28,8	2745,5	3797,5
		10-20	11,9	24,4		
		20-30	10,3	16,6		
	2	0-10	19,1	29,8	2996,2	4053,9
		10-20	14,0	26,0		
		20-30	10,6	17,9		
	3	0-10	19,7	30,9	3195,8	4311,6
		10-20	15,0	26,5		
		20-30	11,8	19,7		
Систематична мілка (дискування)	0	0-10	15,5	24,3	2601,3	3528,7
		10-20	10,7	20,1		
		20-30	8,5	15,8		
	1	0-10	18,6	28,7	2831,6	3896,1
		10-20	11,6	24,2		
		20-30	9,9	16,6		
	2	0-10	19,8	30,0	3092,3	4148,4
		10-20	13,9	25,9		
		20-30	10,4	17,9		
	3	0-10	20,1	31,0	3275,2	4405,4
		10-20	14,6	26,3		
		20-30	11,3	19,6		
НІР _{0,05}	А	0-10	2,6	2,0	50,4	76,2
		10-20	2,4	2,2		
		20-30	2,1	2,6		
	В	0-10	1,9	1,6	66,3	91,7
		10-20	1,5	1,3		
		20-30	2,0	1,6		
	В	0-10	2,5	1,9	65,7	86,3
		10-20	2,3	2,2		
		20-30	2,0	2,0		

У нижній частині (20–30 см) орного шару ґрунту цей показник зменшився на 6,1 % за чизельного і на 3,9 % за полицево-безполицевого та дискового обробітку, порівняно з контролем. Убуток маси лляного полотна у верхній (0–10 см) і нижній (20–30 см) частинах орного шару за два місяці був практично на одному рівні за полицево-безполицевого і мілкого обробітку.

Під агрофітоценозом сої в орному шарі за місяць (травень) і два місяці (травень–червень) різниця в убутку маси лляного полотна відповідно становила: за чизельного обробітку – 1,2 і 1,8 %, полицево-безполицевого – 1,1 і 1,1 %, дискового – 1,2 і 1,1 % на користь контролю.

Щодобова маса виділеного з ґрунту діоксиду вуглецю в травні становила: за полицевого обробітку – 3037,8 мг/м², чизельного – 2859,7, полицево-безполицевого – 2869,0, дискового – 2895,1 мг/м², а в червні – 4041,4; 3893,3; 3901,0 і 3939,6 мг/м² відповідно. Таким чином, за вказані строки спостережень цей показник відповідно менший на 5,9 і 3,7 % за безполицевого обробітку, 5,6 і 3,5 – диференційованого, 4,7 і 2,5 % – за мілкого обробітку, ніж на контролі.

Під пшеницею озимою убуток в орному шарі чорнозему типового маси лляного полотна за місяць (5.04–5.05) становив за полицевого обробітку 8,7 %, безполицевого – 8,1, полицево-безполицевого – 8,2, дискового – 8,5 %, а за два місяці (5.04 – 5.06) відповідно – 16,3; 15,7; 15,9 і 16,2 %. Інтенсивність розкладання в орному шарі лляного полотна практично на одному рівні за безполицевого і полицево-безполицевого обробітку в сівозміні (табл. 3).

Таблиця 3 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом пшениці озимої за різних систем обробітку й удобрення

Системи основного обробітку ґрунту	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна %		Щодобове виділення CO ₂ , мг/м ²	
			1.05–30.05	1.05–30.06	травень	червень
1	2	3	4	5	6	7
Полицева	0	0-10	8,1	17,0	1999,8	2154,9
		10-20	7,0	15,0		
		20-30	6,3	12,3		
	1	0-10	9,2	18,4	2131,6	2217,1
		10-20	8,0	16,5		
		20-30	7,5	13,3		
	2	0-10	10,3	19,1	2240,5	2266,4
		10-20	9,5	16,1		
		20-30	8,1	14,8		
	3	0-10	11,0	20,3	2345,5	2364,9
		10-20	10,0	17,1		
		20-30	9,3	15,2		
Безполицева (чизельна)	0	0-10	10,2	19,8	1789,0	1917,6
		10-20	5,0	11,4		
		20-30	4,2	8,3		
	1	0-10	12,9	23,4	1903,7	2010,5
		10-20	6,2	12,3		
		20-30	4,7	10,4		
	2	0-10	14,4	25,7	2041,3	2082,6
		10-20	6,8	13,5		
		20-30	5,1	10,8		
	3	0-10	15,0	26,6	2129,1	2235,5
		10-20	6,7	14,1		
		20-30	6,2	11,9		

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Диференційована	0	0-10	9,2	18,4	1915,1	2060,6
		10-20	6,0	14,5		
		20-30	4,7	9,7		
	1	0-10	10,2	20,5	2064,5	2153,6
		10-20	7,5	15,0		
		20-30	5,4	11,5		
	2	0-10	11,5	20,8	2177,55	2207,7
		10-20	7,7	15,2		
		20-30	6,3	11,9		
	3	0-10	13,3	22,9	277,55	2301,4
		10-20	8,4	15,4		
		20-30	7,0	13,8		
Систематична мілка (дискування)	0	0-10	9,5	19	1941,2	2093,6
		10-20	6,2	15,2		
		20-30	4,9	10,1		
	1	0-10	10,5	20,1	2086,7	2186,7
		10-20	7,8	15,5		
		20-30	5,6	12		
	2	0-10	11,9	20,9	2203,8	2238,9
		10-20	8,0	15,8		
		20-30	6,5	12,4		
	3	0-10	13,7	23,3	2308,9	2343,1
		10-20	8,7	15,9		
		20-30	7,2	14,0		
HP _{0,05}	A	0-10	1,7	1,6	100,6	105,1
		10-20	1,6	1,5		
		20-30	1,5	1,4		
	B	0-10	1,8	1,4	160,4	170,5
		10-20	1,9	1,6		
		20-30	1,7	1,5		
	AB	0-10	1,7	1,5	155,3	160,2
		10-20	1,8	1,6		
		20-30	1,6	1,4		

Інтенсивність розкладання лляного полотна у верхній частині (0–10 см) орного шару ґрунту найвища за безполицевого (за місяць – 13,1, два місяці – 23,9 %), найнижча – за полицевого (відповідно 9,7 і 18,7 %) обробітку. А у нижній (20–30 см) частині спостерігалася зворотна закономірність (за полицевого обробітку відповідно 7,8 і 13,9 %, безполицевого – 5,1 і 10,4 %). Цей показник у зазначених частинах орного шару дещо вищий (на 0,2–0,4 %) за дискового, ніж диференційованого обробітку.

Різниця в убутку маси лляного полотна між верхньою і нижньою частинами орного шару впродовж одного і двох місяців спостережень становила відповідно 1,9 і 4,8 % за полицевого обробітку, 8,0 і 13,5 % – безполицевого, 5,2 і 9,0 % – полицево-безполицевого, 5,3 і 8,7 % – за тривалого мілкого обробітку. Таким чином, диференціація орного шару за цим показником найвища за чизельного, найнижча – за полицевого обробітку, а за диференційованого і дискового вона практично на одному рівні.

Щодобова маса виділеного з ґрунту діоксиду вуглецю за безполицевого обробітку на 213,6 мг/м² у квітні і на 189,2 мг/м² у травні, за диференційованого відповідно на 70,7 і 70,0, дискового – на 44,3 і 35,3 мг/м² менша, ніж на контролі.

Під агрофітоценозом соняшнику найвища біологічна активність чорнозему типового зафіксована за полицевого і полицево-безполицевого обробітку, найнижча – за чизельного розпушування. Зокрема, впродовж травня і травня–червня убуток маси лляної тканини в шарі чорнозему типовому 0–30 см становив відповідно: за полицевого обробітку – 15,1 і 24,1 %, постійного безполицевого – 13,7 і 22,8, полицево-безполицевого – 15,6 і 24,7 і за систематичного дискусування – 13,4 і 22,6 % (табл. 4).

Таблиця 4 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом соняшнику за різних систем обробітку й удобрення

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна, %		Щодобове виділення CO ₂ , мг/м ²	
			1.05–30.05	1.05–30.06	травень	червень
1	2	3	4	5	6	7
Полицева	0	0-10	15,1	24,0	2371,3	3370,0
		10-20	14,2	22,9		
		20-30	11,8	21,5		
	1	0-10	16,5	24,4	2576,5	3536,6
		10-20	15,1	24,0		
		20-30	12,3	22,0		
	2	0-10	17,1	25,6	2741,5	3700,5
		10-20	16,3	25,1		
		20-30	13,5	23,2		
	3	0-10	18,2	26,9	2839,1	3867,3
		10-20	17,1	25,9		
		20-30	14,3	23,9		
Безполицева (чизель)	0	0-10	16,8	26,1	2144,2	3022,1
		10-20	9,9	19,0		
		20-30	7,6	16,9		
	1	0-10	20,3	29,0	2333,5	3174,2
		10-20	10,2	19,4		
		20-30	8,3	17,7		
	2	0-10	22,3	30,8	2483,1	3319,0
		10-20	12,3	21,6		
		20-30	8,8	18,0		
	3	0-10	24,1	32,7	2569,0	3468,6
		10-20	13,5	22,4		
		20-30	10,2	19,6		
Диференційована	0	0-10	16,4	25,6	2450,6	3420,5
		10-20	14,0	23,1		
		20-30	11,5	21,3		
	1	0-10	17,9	26,4	2625,6	3562,7
		10-20	15,2	24,5		
		20-30	12,1	21,7		
	2	0-10	18,7	27,3	2754,1	3745,5
		10-20	16,5	25,6		
		20-30	13,1	22,7		
	3	0-10	19,6	28,7	2887,4	3910,2
		10-20	17,2	26,2		
		20-30	14,1	23,8		

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
Систематична мілка (дискування)	0	0-10	14,4	23,5	2345,0	3298,8
		10-20	11,9	20,9		
		20-30	9,2	18,9		
	1	0-10	15,6	24,5	2505,0	3436,2
		10-20	13,0	22,6		
		20-30	10,0	19,5		
	2	0-10	16,6	25,2	2642,5	3620,4
		10-20	14,4	23,4		
		20-30	11,1	20,4		
	3	0-10	17,4	26,6	2761,5	3788,4
		10-20	15,0	24,2		
		20-30	12,1	21,7		
НІР _{0,05}	А	0-10	1,6	1,5	93,8	100,7
		10-20	2,0	2,3		
		20-30	2,9	2,6		
	В В	0-10	1,8	2,4	108,2	115,7
		10-20	2,5	2,5		
		20-30	1,9	2,2		
	АВ	0-10	1,8	1,9	107,9	114,6
		10-20	1,9	2,4		
		20-30	2,7	1,6		

Очевидно, оранка під соняшник за полицевого і диференційованого обробітку в сівозміні забезпечила майже однакові значення цього показника. І навіть більше: за полицево-безполицевого обробітку він на 0,5–0,6 % вищий за контроль.

Убуток маси лляного полотна у верхній частині орного шару ґрунту за один і два місяці спостережень відповідно вищий на 4,2 і 4,3 % за безполицевого обробітку, 1,5 і 1,8 % – диференційованого, порівняно з контролем. За дискового і полицевого обробітку цей показник істотно не відрізнявся.

У нижній частині орного шару інтенсивність розкладу лляного полотна найвища за полицевого (відповідно 13,0 і 22,7 %) і диференційованого обробітку (12,7 і 22,4 %), найнижча – за розпушування ґрунту чизелем (8,7 і 18,1 %). Проміжне положення зайняв дисковий обробіток (10,6 і 20,1 %).

Різниця в показниках інтенсивності розкладання лляного полотна у верхній і нижній частинах орного шару ґрунту становила відповідно до строків спостережень 3,7 і 2,5 % за полицевого, 12,2 і 11,6 – безполицевого, 5,5 і 4,6 – диференційованого та 5,4 і 4,9 % – за дискового обробітку.

Різниця в масі щодобового виділення діоксиду вуглецю становила за безполицевого обробітку відповідно 249,6 і 372,5 мг/м² на користь полицевого обробітку чорнозему типового в сівозміні. Цей показник за час спостережень підвищився відповідно на 1,8 і 1,1 % за диференційованого обробітку та зменшився на 2,6 і 2,3 % за постійного дискування, порівняно з контролем.

Під ячменем ярим у травні найвищий убуток маси лляного полотна в орному шарі чорнозему типового зафіксований за полицевого обробітку – 15,8 %, за безполицевого, диференційованого і дискового обробітку він нижчий відповідно на 1,2; 0,9 і 2,0 % (табл.5).

За два місяці (травень–червень) проведення спостережень простежується аналогічна закономірність, і цей показник за зазначених вище варіантів обробітку становив відповідно 27,7; 24,1; 25,1 і 23,7 %.

Вища біологічна активність ґрунту під ячменем ярим за всіх варіантів його обробітку у верхній, ніж у нижній, частині орного шару. При цьому у верхній (0–10 см) частині за обидва строки спостережень вона найвища за чизельного розпушування, а найнижча – за систематич-

ного дискування. Так, убуток маси лляного полотна з цього шару ґрунту за травень і травень–червень становив відповідно: 17,2 і 30,2 % за полицевого обробітку, 21,5 і 32,8 – безполицевого, 16,3 і 27,8 – полицево-безполицевого, 15,2 і 26,5 % – за дискового обробітку в сівозміні.

Таблиця 5 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом ячменю ярого за різних систем обробітку й удобрення

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна, %		Щодобове виділення CO ₂ , мг/м ²	
			1.05–30.05	15.05–15.07	травень	червень
1	2	3	4	5	6	7
Полицева	0	0-10	14,7	25,9	3142,3	4204,1
		10-20	13,6	24		
		20-30	12,3	21,8		
	1	0-10	17,2	30,1	3440,2	4604,1
		10-20	15,5	27,3		
		20-30	14,1	24,9		
	2	0-10	18,4	32,1	3705,9	4910,1
		10-20	16,6	29,1		
		20-30	14,9	26,2		
	3	0-10	18,6	32,5	3940,9	5199,2
		10-20	17,4	30,5		
		20-30	16,0	28,1		
Безполицева (чизель)	0	0-10	17,9	28,4	2966,6	4020,3
		10-20	11,0	20,8		
		20-30	8,7	15,3		
	1	0-10	20,5	33	3248,3	4398,4
		10-20	11,3	22		
		20-30	9,4	15,9		
	2	0-10	23,5	33,6	3499,7	4687,6
		10-20	13,5	23,8		
		20-30	9,9	17,1		
	3	0-10	24,2	36	3721,8	4960,8
		10-20	14,6	24,6		
		20-30	11,3	18,8		
Диференційована (полицево-безполицева)	0	0-10	13,9	23,8	3086,5	4095,5
		10-20	12,8	22		
		20-30	11,6	20		
	1	0-10	16,2	27,6	3381,4	4526,5
		10-20	14,6	24,9		
		20-30	13,3	21,8		
	2	0-10	17,4	29,6	3613,6	4802,2
		10-20	15,7	26,8		
		20-30	14,1	23,1		
	3	0-10	17,6	30	3826,4	5065,6
		10-20	16,5	28,1		
		20-30	15,1	23,8		

Продовження табл. 5

1	2	3	4	5	6	7
Постійна мілка (дискування)	0	0-10	12,9	22,6	3060,0	4051,1
		10-20	11,7	20,9		
		20-30	10,5	18,4		
	1	0-10	15,0	26,3	3365,4	4487,1
		10-20	13,5	23,7		
		20-30	12,2	20,3		
	2	0-10	16,2	28,4	3587,7	4760,4
		10-20	14,4	23,5		
		20-30	12,8	22,0		
	3	0-10	16,6	28,6	3790,5	5005,8
		10-20	15,5	26,9		
		20-30	13,6	22,4		
НІР _{0,05}	А	0-10	1,8	1,5	100,8	94,8
		10-20	1,7	2,1		
		20-30	2,0	2,7		
	В	0-10	2,3	2,7	170,1	171,9
		10-20	2,6	3,1		
		20-30	2,6	3,3		
	АВ	0-10	2,2	2,6	169,2	164,8
		10-20	2,4	2,9		
		20-30	2,5	3,1		

У шарі ґрунту 20–30 см цей показник набув найбільшого значення за полицевого, найменшого – за безполицевого обробітку. За періоди з 1.05 по 30.05 та з 1.05 по 30.06 початкова маса лляного полотна зменшилась відповідно на 14,3 і 25,3 % за полицевого обробітку, 9,8 і 16,8 – безполицевого, 13,5 і 22,2 – диференційованого, 12,3 і 20,8 % – за дискового обробітку в сівозміні.

Найбільш виразно профільна диференціація орного шару простежувалась за чизельного розпушування, де різниця за цим показником біологічної активності ґрунту у верхньому (0–10 см) і нижньому (20–30 см) шарах становила за перший і другий строки визначення відповідно 11,7 і 16,0 %, а за решти варіантів обробітку – у 3–4 рази менша.

Під ячменем ярим щодобова маса виділеного з ґрунту діоксиду вуглецю за безполицевого, диференційованого і дискового обробітку у травні відповідно на 198,2; 80,3 і 106,4 мг/м², а у червні – на 212,6; 106,9 і 153,3 мг/м² менша, ніж на контролі.

Під кукурудзою зниження початкової маси лляного полотна в орному шарі ґрунту за перший місяць спостережень (15.05–15.06) найменше за систематичного мілкого обробітку (14,4 %), найбільше – за диференційованого (15,9 %), а за безполицевого – на рівні контролю (відповідно 15,1 і 15,2 %) (табл. 6).

За два місяці (15.05–15.07) убуток маси лляного полотна з орного шару становив: за полицевого обробітку – 21,9 %, чизельного – 19,9, полицево-безполицевого – 22,4 і дискового обробітку – 19,0 %. Отже, показник біологічної активності ґрунту за диференційованого обробітку на 0,5 % вищий, а за безполицевого і мілкого – відповідно на 2,0 і 2,9 % нижчий, ніж на контролі.

Орний шар ґрунту найбільш гетерогенним виявився за безполицевого розпушування. При цьому впродовж вегетації кукурудзи диференціація орного шару посилювалася за безполицевого і зменшувалася за полицевого обробітку.

Так, різниця в інтенсивності розкладання лляного полотна у верхній (0–10 см) і нижній (20–30 см) частинах орного шару чорнозему типового за місяць і два місяці спостережень становила відповідно 5,0 і 1,0 % за полицевого обробітку, 12,4 і 16,5 % – безполицевого, 8,5 і 7,2 % – полицево-безполицевого, 10,8 і 9,3 % – за постійного мілкого обробітку в сівозміні.

Таблиця 6 – Біологічна активність ґрунту під агрофітоценозом кукурудзи за різних систем обробітку й удобрення

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Шар ґрунту, см	Убуток маси лляного полотна %		Щодобове виділення, CO ₂ , мг/м ²	
			15.05–15.06	15.05–15.07	15.05–15.06	15.05–15.07
1	2	3	4	5	6	7
Полицева	0	0-10	13,5	19,4	3243,2	4119,7
		10-20	13,3	20,4		
		20-30	12,5	19,5		
	1	0-10	15,6	21,7	3255,5	4305,0
		10-20	14,9	22,1		
		20-30	13,7	20,8		
	2	0-10	17,0	22,9	3392,8	4501,1
		10-20	16,3	23,3		
		20-30	14,4	21,4		
	3	0-10	17,9	24,4	3518,6	4679,6
		10-20	17,5	24,5		
		20-30	15,3	22,6		
Безполицева (чизель)	0	0-10	18,8	25	2922,8	3966,0
		10-20	12,7	16,9		
		20-30	7,9	10,2		
	1	0-10	21,1	28,1	3094,3	4142,6
		10-20	13,9	18,4		
		20-30	8,7	11,3		
	2	0-10	22,6	29,8	3224,9	4328,9
		10-20	15,2	20,1		
		20-30	9,6	12,4		
	3	0-10	23,6	31,1	3344,3	4498,7
		10-20	16,1	21,3		
		20-30	10,3	14,1		
Диференційована	0	0-10	17,1	22,9	3226,1	4159,1
		10-20	13,8	20,6		
		20-30	10,0	16,9		
	1	0-10	19,6	25,0	3365,2	4337,3
		10-20	15,8	22,6		
		20-30	11,2	18,1		
	2	0-10	21,2	26,5	3499,1	4531,9
		10-20	16,8	24,0		
		20-30	11,7	18,9		
	3	0-10	21,8	28,5	3627,9	4705,3
		10-20	18,5	24,9		
		20-30	12,7	20,0		
Систематична мілка (дискування)	0	0-10	16,8	20,3	2811,9	3764,4
		10-20	12,4	17,2		
		20-30	7,4	12,4		
	1	0-10	19,4	22,4	2941,1	3898,9
		10-20	14,5	19,3		
		20-30	8,6	13,4		
	2	0-10	21,0	24,5	3080,0	4101,1
		10-20	15,5	20,6		
		20-30	8,9	14,6		
	3	0-10	21,3	26,2	3213,8	4280,5
		10-20	16,7	21,4		
		20-30	10,3	15,8		

Продовження табл. 6

1	2	3	4	5	6	7
НІР _{0,05}	А	0-10	1,6	1,8	100,5	107,7
		10-20	0,3	0,7		
		20-30	0,2	0,4		
	ВВ	0-10	2,7	2,8	154,3	163,1
		10-20	2,8	3,1		
		20-30	2,6	2,9		
	АВ	0-10	2,5	2,4	150,3	160,3
		10-20	2,3	2,8		
		20-30	2,4	2,7		

Маса щодобового виділення діоксиду вуглецю з ґрунту в перший (15.05–15.06) і другий (15.06–15.07) строки спостережень нижча відповідно на 205,9 і 167,3 мг/м² (6,1 і 3,8 %) за чизельного обробітку, 340,8 і 390,2 мг/м² (10,2 і 8,9) – дискового і вища на 77,1 і 32,0 мг/м² (2,3 і 0,7 %) – за полицево-безполицевого обробітку в сівозміні, порівняно з контролем.

Зростаючі норми внесення добрив істотно підвищують біологічну активність орного шару чорнозему типового під всіма культурами сівозміни.

Зокрема, застосування під кукурудзу 20 т/га гною + N₁₂₀P₉₀K₁₀₀, 30 т/га гною + N₁₄₀P₁₀₀K₁₂₀ і 40 т/га гною + N₁₅₀P₁₂₀K₁₃₀ забезпечило зростання щодобової маси виділеного діоксиду вуглецю з ґрунту за два місяці відповідно на 168,7; 363,5 і 538,7 мг/м² (4,2; 9,1 і 13,5 %), порівняно з неудобреними варіантами.

Отримані результати досліджень узгоджуються з висновками класиків землеробської науки, які стверджували, що нижня частина орного шару ґрунту, навіть за доброго структурного стану, має низьку біологічну активність [13,14,15].

Нижні шари ґрунту, особливо за безполицевого і поверхневого чи мілкого обробітку, біологічно менш активні, що уповільнює мінералізаційні процеси органічної речовини, а, отже, і утворення доступних елементів зольного й азотного живлення рослин.

Продуктивність гектара ріллі сівозміни за полицевого, безполицевого, диференційованого і дискового обробітку становила відповідно 3,54; 3,14; 3,47 і 3,31 т кормових одиниць на неудобрених ділянках; 4,85; 4,34; 4,88 і 4,44 т – удобрених 8 т гною + N₇₆P₆₄K₅₇; 6,02; 5,41; 6,06 і 5,60 т – удобрених 12 т гною + N₉₅P₈₂K₇₂; 6,89; 6,20; 6,93 і 6,48 т – удобрених 16 т гною + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆, за найменшої істотної різниці (НІР_{0,05}) для фактора А (обробітку) 0,8 т, фактора В (удобрення) 3,1 т, взаємодії факторів – 2,1 т.

Обговорення. Біологічна активність орного шару ґрунту і його частин визначається не тільки глибиною основного обробітку під ту чи іншу культуру сівозміни, але й способом та засобом його проведення, системою удобрення та їх взаємодією у ґрунтового середовищі. Цю взаємодію добрив і механічного обробітку важко передбачити, що вкотре засвідчує необхідність проведення стаціонарних багаторічних польових дослідів у типових сівозмінах на різних ґрунтових відмінах.

За оранки під культури і полицевого обробітку ґрунту в сівозміні біологічна активність орного шару чорнозему типового найвища, що посилює мікробіологічні, мінералізаційні, ферментативні процеси в ґрунті і втрати органічної речовини, зокрема, гумусу. Це підтверджується і нашими попередніми дослідженнями [16, 17, 18], у яких найбільш ефективною виявилася диференційована система обробітку ґрунту, з якої баланс гумусу найбільш сприятливий.

Низька біологічна активність ґрунту, що спостерігається за систематичного безполицевого, а особливо мілкого, обробітку в сівозміні негативно впливає на забезпеченість агрофітоценозів елементами зольного і азотного живлення рослин [19].

За постійного безполицевого і мілкого обробітку посилюється гетерогенність орного шару як в цілому за його родючістю, так і за біологічною активністю. В оброблюваному гетерогенному орному шарі локалізовані у верхній частині (0–10 см) елементи зольного й азотного живлення за посушливих умов стають недоступними для культурних рослин [20]. Таким чином, полицевий обробіток зменшує, а чизельний і дисковий прискорюють диференціацію орного шару щодо його біологічної активності. Тому більшість науковців пропо-

нують оранку в сівозмінах проводити один раз у 3–5 років, щоб зменшити гетерогенність орного шару ґрунту.

Уже через два–три місяці після проведення культурної оранки проявляється диференціація орного шару за родючістю, верхня частина якого має вищу, а нижня – меншу біологічну активність, особливо за внесення добрив.

Таким чином, отримані результати досліджень підтверджують висновки науковців щодо необхідності науково обґрунтованого чергування в сівозмінах різних способів, заходів і засобів механічного обробітку на різну глибину, з урахуванням біологічних особливостей культур, їх чергування і властивостей ґрунтових відмін.

Висновки. 1. Під агрофітоценозом сої в орному шарі за місяць (травень) і два місяці (травень–червень) різниця в убутку маси лляного полотна становила відповідно: 1,2 і 1,8 % – за чизельного обробітку, 1,1 і 1,1 – диференційованого, 1,1 і 1,2 % – за дискового обробітку на користь контролю.

2. Під пшеницею озимую інтенсивність розкладання в орному шарі лляного полотна практично на одному рівні за безполицевого і диференційованого обробітку, а за полицевого і дискового цей показник дещо вищий (на 0,5–0,6 %). Як і під соєю, він у верхній частині (0–10 см) орного шару найвищий, а у нижній (20–30 см) – найнижчий за безполицевого обробітку; за полицевого спостерігалася зворотна залежність. Диференціація орного шару найвища за чизельного, найнижча – за полицевого обробітку. Кількість виділеного діоксиду вуглецю з ґрунту найбільша за полицевого, найменша – за безполицевого обробітку.

3. Під агрофітоценозом соняшнику найвища біологічна активність орного шару за убитком маси лляного полотна за полицевого і диференційованого обробітку, найнижча – за чизельного розпушування. Маса виділеного діоксиду вуглецю з ґрунту за диференційованого обробітку на 1–2 % вища, а за дискового – на 2–3 % нижча, ніж на контролі.

4. Убиток маси лляного полотна в орному шарі ґрунту під ячменем ярим за два місяці спостережень найвищий за полицевого (27,7 %), найнижчий – за дискового (23,7 %) і безполицевого (24,1 %) обробітку. Найбільш виразно профільна диференціація орного шару простежувалася за чизельного розпушування. Щодобова маса виділеного з ґрунту діоксиду вуглецю за безполицевого, диференційованого і дискового обробітку у травні відповідно на 198,80 і 106, у червні – на 213, 107 і 153 мг/м² менша, ніж на контролі.

5. Убиток маси лляного полотна за два місяці спостережень на 0,5 % вищий за диференційованого та на 2,0 і 2,9 % відповідно нижчий за безполицевого і дискового обробітку, ніж на контролі. Орний шар найбільш гетерогенний за безполицевого розпушування. Найменше виділялося діоксиду вуглецю з ґрунту за мілкого, найбільше – за диференційованого обробітку.

6. Зростання норм внесення добрив сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту.

7. За диференційованого обробітку ґрунту продуктивність сівозміни на рівні контролю, а за безполицевого і дискового – істотно нижча. Добрива істотно підвищували цей показник за всіх систем основного обробітку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Теоретичні основи сучасного землеробства / Примак І.Д. та ін.; за ред. І.Д. Примака. Київ: Центр учбової літератури, 2012. С. 373–380.
2. Павліченко А.А. Продуктивність плодозмінної сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2019. С. 9–11.
3. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис... док. с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 26 с.
4. Цюк О.А. Теоретичне обґрунтування та розробка системи екологічного землеробства в Лісостепу України: автореф. дис... док. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2014. 12 с.
5. Сальніков С.М. Зміна родючості ґрунту та продуктивність буряків цукрових за різних систем землеробства в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 11 с.
6. Крижанівський В.Г. Ефективність систем основного обробітку ґрунту в ланці п'ятипольної сівозміни горох – пшениця озима – буряк цукровий в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2016. 9 с.
7. Аль – Джанабі Касім Тобан Базун. Родючість ґрунту та продуктивність пшениці озимої залежно від його обробітку і удобрення в Придунайському Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2017. 26 с.
8. Циліорик О.І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційній сівозміні Північного Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2014. 40 с.

9. Богатир Л.В. Вплив основного обробітку ґрунту та удобрення на біологічну активність осушуваних органо-генних ґрунтів під посівами кукурудзи. Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва. Умань: УНУС, 2015. Вип. 87. Ч.1: Агрономія. 111 с.
10. Єщенко В.О., Калієвський М.В., Костогриз П.В. Основний обробіток ґрунту під ярі культури в лісостеповій зоні. Умань, 2009. 200 с.
11. Борис Н. Є. Продуктивність кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту та сівби в короткочасній сівозміні Правобережного Лісостепу: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Чабани, 2017. 21 с.
12. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О. та ін. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
13. Барсуков Л.Н., Забавская К.М. Изменение условий плодородия в различных прослойках пахотного слоя в зависимости от обработки. Почвоведение. 1953. № 12. С. 18–27.
14. Вильямс В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: Сельхозгиз, 1946. 456 с.
15. Ревут И. Б. Научные основы минимальной обработки почвы. Земледелие. 1970. № 2. С. 17–23.
16. Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А. Ферментативна активність ґрунту за різних систем основного обробітку і удобрення культур короткочасної сівозміни в Правобережному Лісостепу України. Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції: зб. наук. праць. міжнар. науково-практ. конф. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 183–185.
17. Примак І.Д., Панченко О.Б., Панченко І.А. Мікробіологічна активність ґрунту за різних систем основного обробітку в сівозміні Правобережного Лісостепу України. Пермакультура та екологічнобезпечне землеробство: зб. матеріалів праць. міжнар. наук. прак. конф. Ужгород, 2018. С. 116–118.
18. Примак І.Д., Панченко О.Б. Зміна мікробного ценозу чорнозему типового за різних систем основного обробітку ґрунту і удобрення у спеціалізованій зернопросапній сівозміні Центрального Лісостепу України: зб. наук. праць Подільського аграрно-технічного університету. Сільськогосподарські науки. 2015. Вип. 23. С. 4–14.
19. Вплив систем основного обробітку і удобрення на вміст в ґрунті доступних для рослин елементів живлення і продуктивність польової сівозміни в Правобережному Лісостепу України / І.Д. Примак та ін. Агробіологія. 2017. №2(135). С. 16–24.
20. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика: навч. посіб. / Примак І.Д. та ін.; за ред. І.Д. Примака. Вінниця: Твори, 2019. С. 149–150.

REFERENCES

1. Prymak, I.D. (2012). Teoretychni osnovy suchasnoho zemlerobstva [Theoretical foundations of modern agriculture]. Kyiv, Center for Educational Literature, pp. 373–380.
2. Pavlichenko, A.A. (2019). Produktivnist plodozminnoi sivozminy zalezno vid system osnovnoho obrobittu hruntu ta udobrennia u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukraine: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Performance of crop rotation crop rotation depending on the systems of basic tillage and fertilizers in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine: author. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Uman, pp. 9–11.
3. Shevchenko, M.V. (2015). Naukovi osnovy system obrobittu hruntu v polovykh sivozminakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... dok. s.-h. nauk: 06.01.01 [Scientific bases of soil tillage systems in field crop rotations of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine: author. diss. Doc. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 26 p.
4. Tsiuk, O.A. (2014). Teoretychne obruntuvannia ta rozrobka systemy ekolohichnoho zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... dok. s.-h. nauk: 06.01.01 [Theoretical substantiation and development of the system of ecological agriculture in the Forest-Steppe of Ukraine: author. diss. Doc. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 12 p.
5. Salmikov, S.M. (2016). Zmina rodiuchosti hruntu ta produktivnist buriakiv tsukrovkykh za riznykh system zemlerobstva v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Changes in soil fertility and sugar beet productivity in different farming systems in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine: abstract. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 11 p.
6. Kryzhanivskiy, V.H. (2016). Efektyvnist system osnovnoho obrobittu hruntu v lantsi piatypilnoi sivozminy horokh – pshenytsia ozyma – buriak tsukrovyi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Efficiency of the basic tillage systems in the five-crop rotation link of peas – winter wheat – sugar beet in the conditions of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine: abstract. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Uman, 9 p.
7. Al – Džhanabi Kasim, Toban Bazun. (2017). Rodiuchist hruntu ta produktivnist pshenytsi ozymoi zalezno vid yoho obrobittu i udobrennia v Prydunaiskomu Stepu Ukrainy: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Fertility of soil and productivity of winter wheat depending on its cultivation and fertilization in the Danube steppe of Ukraine: author's diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 26 p.
8. Tsyliuryk, O.I. (2014). Naukove obruntuvannia efektyvnosti system osnovnoho obrobittu hruntu v korotkorotatsiinii sivozminakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation of efficiency of systems of basic tillage in short rotational rotations of the Northern Steppe of Ukraine: author. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 40 p.
9. Bohatyr, L.V. (2015). Vplyv osnovnoho obrobittu hruntu ta udobrennia na biolohichnu aktyvnist osushuvanykh orhanohennykh ґрунтів pid posivamy kukurudz [Influence of basic tillage and fertilizers on biological activity of dried organogenic soils under maize crops]. Zb. nauk. prats Uman'skoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva [Collected Works of Uman National University of Horticulture]. Uman, UNUS, Issue 87, Part 1, Agronomy, 111 p.
10. Ieshchenko, V.O., Kaliievskiy, M.V., Kostohryz, P.V. (2009). Osnovnyi obrobittok hruntu pid yari kultury v lisostepovii zoni [The main cultivation of soil under the gullies of culture in the forest-steppe zone]. Uman, 200 p.
11. Borys, N.Ye. (2017). Produktivnist kukurudz za riznykh sposobiv osnovnoho obrobittu hruntu ta sivyby v korotkorotatsiinii sivozminii Pravoberezhnoho Lisostepu: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Corn productivity in different ways of basic tillage and sowing in short-rotation crop rotation of the Right-bank Forest Steppe: abstract. diss. Cand. of Agricultural sciences: 06.01.01]. Chabany, 21 p.

12. Yeshchenko, V.O. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, PE «ТН «Edelweiss i K», 332 p.
13. Barsukov, L.N., Zabavskaya, K.M. (1953). *Izmenenie usloviy plodorodiya v razlichnykh prosloykah pahotnogo sloya v zavisimosti ot obrabotki* [Change in fertility conditions in various layers of the arable layer depending on the processing]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 12, pp. 18–27.
14. Vilyams, V.R. (1946). *Pochvovedenie. Zemledelie s osnovami* [Soil science. Agriculture with the basics of soil science]. Moscow, Selhoozgis, 456 p.
15. Revutm, I.B. (1970). *Nauchnyie osnovy minimalnoy obrabotki pochvy* [Scientific Basics of Minimum Tillage]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 2, pp. 17–23.
16. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Panchenko, I.A. (2018). *Fermentatyvna aktyvnist hruntu za riznykh system osnovnogo obrobitku i udobrennia kultur korotkorotatsiinoi sivozminy v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy* [Enzymatic activity of soil under different systems of basic tillage and fertilization of crops of short rotation crop rotation in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ahrarna nauka ta osvita v umovakh Yevrointegratsii: zb. nauk. prats. mizhnar. naukovo-prakt. konf.* [Agrarian Science and Education in the Conditions of European Integration: Collection of Scientific Papers of International Scientific and Practical Conference]. Kamianets-Podilskyi, pp. 183–185.
17. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Panchenko, I.A. (2018). *Mikrobiolohichna aktyvnist gruntu za riznykh system osnovnogo obrobitku v sivozmini Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy* [Microbiological activity of soil under different systems of basic tillage in crop rotation of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Permakultura ta ekolohobezpechne zemlerobstvo. zb. materialiv prats. mizhnar. nauk.-prak. konf.* [Permaculture and environmentally friendly agriculture: a collection of proceedings of an international scientific and practical conference]. Uzhhorod, pp. 116–118.
18. Prymak, I.D., Panchenko, O.B. (2015). *Zmina mikrobnogo tsenozu chornozemu tipovoho za riznykh system osnovnogo obrobitku gruntu i udobrennia u spetsializovani zerno prosapnii sivozmini Tsentralnogo Lisostepu Ukrainy: zb. nauk. prats' Podil's'koho ahrarno-tekhnichnogo universytetu.* [Change of microbial coenosis of chernozem typical of different systems of basic tillage and fertilizers in specialized grain of crop rotation of the Central Forest-Steppe of Ukraine: collection of scientific works of Podilsky Agrarian and Technical University]. *Silskohospodarski nauky* [Agricultural Sciences], Issue 23, pp. 4–14.
19. Prymak, I.D. (2017). *Vplyv system osnovnogo obrobitku i udobrennia na vmist v grunti dostupnykh dlia roslyn elementiv zhvylnennia i produktyvnist polovoї sivozminy v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy* [Influence of basic tillage systems and fertilizers on the soil nutrient content and productivity of field rotation in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology], no. 2(135), pp. 16–24.
20. Prymak, I.D. (2019). *Mekhanichniy obrobitok hruntu: istoriia, teoriia, praktyka* [Tillage: history, theory, practice]. Vinnytsia, Writings, pp. 149–150.

Биологическая активность чернозема типичного при разных системах основной обработки и удобрения культур короткоротационных севооборотов

Прымак И.Д., Левандовская С.Н., Панченко А.Б., Панченко И.А., Войтовик М.В., Карпенко В.Г., Мартынюк И.В.

Четырехлетними (2016–2019 гг.) исследованиями в стационарном полевом зернопропашном севообороте изучено влияние четырех систем основной обработки и четырех систем удобрения на биологическую активность пахотного слоя чернозема типичного под агрофитоценозами пяти культур. Убыль массы льняного полотна в пахотном слое почвы за два месяца наблюдений, которая характеризует интенсивность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, при отвальной, безотвальной, дифференцированной и дисковой обработке составляла соответственно 24,5; 22,7; 23,4 и 23,3 % – под соей, 16,3; 15,7; 15,9 и 16,2 % – под пшеницей озимой, 24,1; 22,8; 24,7 и 22,6 % – под подсолнечником; 27,7; 24,1; 25,1 и 23,7 % – под ячменем ярым, 21,9; 19,9; 22,4 и 19,0 % – под кукурузой.

Постоянная мелкая и безотвальная обработки усиливают, а отвальная – уменьшает дифференциацию пахотного слоя по показателю интенсивности разложения льняного полотна. Наиболее гетерогенный пахотный слой при безотвальной, несколько меньше – при дисковой обработке в севообороте.

Интенсивность разложения льняного полотна в верхней (0–10 см) части пахотного слоя почвы наиболее высокая при безотвальной, самая низкая – при отвальной обработке, а в нижней (20–30 см) части наблюдается обратная зависимость.

Интенсивность продуцирования почвой диоксида углерода под соей, пшеницей озимой и ячменем ярым наиболее высокая при отвальной обработке, а самая низкая: под соей – при безотвальной и дифференцированной обработке, под пшеницей озимой, подсолнечником, ячменем ярым – при безотвальной, под кукурузой – при дисковой обработке. Под подсолнухом и кукурузой этот показатель более высокий при дифференцированной, чем отвальной обработке в севообороте.

С повышением норм внесения удобрений биологическая активность пахотного слоя чернозема типичного возрастает.

Продуктивность севооборота практически на одном уровне при отвальной и отвально-безотвальной обработке в севообороте. Систематическая отвальная и мелкая дисковая обработка существенно снижают этот показатель.

Ключевые слова: почва, культура, севооборот, обработка, удобрения, льняное полотно, диоксид углерода, пахотный слой, гетерогенность.

Biological activity of typical chernozemic soil under different systems of main tillage and crops fertilisation of a short crop rotation

Prymak I., Levandovska S., Panchenko O., Panchenko I., Voitovyk M., Karpenko V., Martyniuk I.

The influence of four main tillage systems and four fertilization systems on biological reactivity of a plow layer of typical chernozemic soil under agrophytocenosis of five crops was investigated during four year research (2016–2019) of the

stationary field grain row crop rotation. Loss of mass of flax linen in a plow layer of soil during two months of the study characterizing the intensity of cellulose-decomposing microorganisms under beard, beardless, differential and disc tillage made correspondingly 24.5; 22.7; 23.4 and 23.3 % – for soybeans; 16.3; 15.7; 15.9 and 16.2 % for winter wheat, 24.1; 22.8; 24.7 and 22.6 % – for sunflowers, 27.7; 24.1; 25.1 and 23.7 % – for spring barley, 21.9; 19.9; 22.4 and 19.0 % – for corn.

Steady surface and beardless tillage strengthen the differentiation of a plow layer according to the intensity indices of flax linen decomposing while the beard one tillage decreases. The most heterogenic plow layer was observed under beardless tillage; it was a bit lower under disk tillage in a crop rotation.

The intensity of flax linen decomposing on the top of a plow layer (0–10 cm) is the highest under beardless tillage and the lowest under beard tillage, while in the bottom (20–30 cm) of a plow layer an inverse relation can be observed.

The intensity of carbon dioxide production by the soil under soybeans, winter wheat and spring barley is the highest under beard tillage and the lowest it is for soybeans under beardless and differential tillage, for winter wheat, sunflowers and spring barley under beardless tillage and for corn under disc tillage. For sunflowers and corn this index is higher under differential rather than under beard tillage in a crop rotation.

The biological reactivity of a plow layer of a typical chornozem soil increases as the fertilizers application rates increase.

Crop rotation productivity is almost at the same level under beard and beard-beardless tillage in a crop rotation. Systematic beardless and surface disc tillage decreases this index significantly.

Key words: soil, crop, crop rotation, tillage, fertilizers, flax linen, carbon dioxide, plow layer, heterogeneity.

Надійшла 02.10.2019 р.



ПРИМАК І.Д., <http://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

ЛЕВАНДОВСЬКА С.М., <https://orcid.org/0000-0002-8485-6134>