



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.412

© 2020

ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ ПОКАЗНИКАМИ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В АГРОЦЕНОЗІ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ

О.В. Демиденко

доктор сільськогосподарських наук

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

вул. Докучаєва, 13, с. Холоднянське Смілянського р-ну Черкаської обл., 20731, Україна

e-mail: smilachiary@ukr.net

ORCID: 0000-0002-5334-1154

Надійшла 2.03.2020

Мета. Науково-теоретично обґрунтувати та розробити порівняльну базову модель фізико-хімічного стану ґрунтової товщі для умов відтворення родючості чорнозему опідзоленого за довгострокового застосування органічної та інтенсивної систем удобрення із використанням побічної продукції сільськогосподарських культур як органічних добрив за вирощування зернових культур у короткоротаційній зерно-просапній сівозміні для умов Центрального Лісостепу України. **Методи.** Польовий, лабораторний, математичні, порівняльно-розрахунковий. **Результати.** Установлено, що функціональний зв'язок між умістом гумусу, актуальною, гідролітичною кислотністю та сумою увібраних основ у метровій товщі чорнозему опідзоленого за органічної системи удобрення більш тісний порівняно з інтенсивною системою удобрення. Коефіцієнт детермінації між умістом гумусу та фізико-хімічними показниками становить 56–72%, за інтенсивної системи удобрення – 48–55%, що забезпечується посиленням процесів реградації метрової товщі чорнозему і проявляється у підвищенні лінії закипання CaCO_3 , яка перебуває на глибині 55–60 см від поверхні ґрунту проти 65–70 см за інтенсивної системи удобрення. **Висновки.** Високі значення суми увібраних основ за верхніми типовими значеннями пов'язані з наявністю карбонатів у нижній частині метрової товщі, кількість яких зростає за органічної системи удобрення: відбувається посилення процесу реградації. У середньому за 2016–2019 рр. найвищу продуктивність за виходом зернових, кормових, кормо-протеїнових одиниць і перетравного протеїну за органічної системи мала пшениця озима: 5,51 т/га, 7,05; 6,52 та 0,92 т/га відповідно, або 90–92% від виходу за інтенсивної системи удобрення. Коефіцієнт варіації

урожайності зернових культур за органічної системи удобрення був нижчим, крім урожайності ячменю, порівняно з інтенсивною системою удобрення — 7,95% проти 10,5%.

Ключові слова: гумус, активна кислотність, гідролітична кислотність, сума увібраних основ, реградація, сівозміна, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202007-02>

Однією із найважливіших властивостей чорнозему опідзоленого Центрального Лісостепу України є його родючість, яка формується у процесі ґрунтоутворення і характеризується сукупністю усіх його показників. Оптимальні умови росту і розвитку сільськогосподарських культур в агроценозах сучасних короткоротаційних сівозмін забезпечуються за рахунок комплексу фізичних, біологічних і фізико-хімічних властивостей ґрунту. Родючість чорнозему залежить від його фізико-хімічних та агрофізичних властивостей, які зазнають значного антропогенного впливу. Відновлення родючості ґрунту та її збереження має бути першочерговим завданням сучасного землеробства, оскільки вона є одним із важливих резервів збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. Це стає можливим не лише за комплексного запровадження ґрунтозахисних заходів, а й за одночасного запровадження органічної системи удобрення за умов органічного землеробства.

Аналіз останніх досліджень. Збереження і підвищення родючості чорноземів — головне завдання сучасного землеробства. Однак нині є реальна загроза її втрати: зменшилися запаси органічних речовин і азоту, знизилася мікробіологічна активність, відбувається руйнування структури ґрунту та його ущільнення, унаслідок ерозії із року в рік втрачається родючий шар [1–3]. Реакція ґрунтового розчину значно впливає на розвиток рослин і ґрунтових мікроорганізмів, швидкість і спрямованість хімічних і біологічних процесів, які в ньому відбуваються. Від неї залежать засвоєння рослинами поживних речовин, діяльність ґрунтових мікроорганізмів, мінералізація органічних речовин та інші фізико-хімічні процеси [4, 5].

Основою формування високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур

та прояву ґрунтової родючості є створення сприятливих фізико-хімічних умов. Необхідність систематичного їх вивчення зумовлена змінами в ґрунті, пов'язаними з рівнем інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, оскільки фізико-хімічні умови мають бути в сприятливому інтервалі значень [5, 6]. Оптимізація родючості чорнозему здійснюється за рахунок правильного чергування культур у сівозміні, раціональних систем удобрення ґрунту, регулювання водного режиму. Тому питання визначення оптимальних параметрів основних фізико-хімічних і агрохімічних показників родючості ґрунту є актуальним.

Під час оцінки родючості чорноземів опідзолених, розробки моделей їх родючості слід урахувувати наявний взаємозв'язок між ґрунтовими властивостями — показниками фізико-хімічного стану. Взаємозалежність фізико-хімічних властивостей — об'єктивна реальність, яка має стати предметом вивчення. Це потрібно для розуміння особливостей окультурення чорнозему, поглиблення уявлень про його найважливішу властивість — родючість [7, 8]. Тривале сільськогосподарське використання чорноземів спричиняє поступове збіднення орного шару катіонами, передусім кальцієм, що призводить до різких змін агрохімічних властивостей чорнозему, зокрема кислотних, а також ступеня насичення чорнозему основами [9].

У науковій літературі часто трапляється опис зв'язку між окремими властивостями чорноземів, але немає комплексної оцінки взаємозв'язку з показниками родючості, що актуально для розвитку вчення про ґрунтову родючість, її регулювання та оптимізації при управлінні функціонуванням агроценозів за різних систем удобрення [3, 4, 10–12]. Визначення кількісного зв'язку між ґрунтовими властивостями чорнозему

дасть змогу встановити закономірні зв'язки між властивостями ґрунту і культурними рослинами, що виникають у процесі антропогенного впливу на ґрунт [9]. Установлення взаємозв'язку фізико-хімічних властивостей з агрофізичними цінне не лише тому, що вони відіграють провідну роль у формуванні екологічного стану чорнозему, а й тому, що вони на чорноземних ґрунтах визначають їх найважливішу властивість — родючість [13, 14].

Актуальність. Значення фізико-хімічних властивостей чорнозему для його родючості ніколи не піддавалося сумніву, тому було і залишається актуальним, а в умовах пришвидшеної інтенсифікації землеробства ще більше зростає. Одна з причин цього — дедалі сильніше погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунту внаслідок застосування інтенсивних систем удобрення та обробітку. Інша причина — необхідність підтримки фізико-хімічних властивостей в оптимальному інтервалі значень. Це важливі умови для отримання запланованої віддачі від добрив і меліорації, застосування яких останніми роками дуже знизилось. Ці причини зумовлюють потребу в систематичних дослідженнях фізико-хімічних властивостей ґрунтів щодо їх оптимізації, особливо в порівняльному аспекті інтенсивної та органічної систем удобрення.

Мета досліджень — науково-теоретично обґрунтувати та розробити порівняльну базову модель фізико-хімічного стану ґрунтової товщі для умов відтворення родючості чорнозему опідзоленого за довгострокового застосування органічної та інтенсивної систем удобрення із використанням побічної продукції сільськогосподарських культур як органічних добрив за вирощування зернових культур у короткоротаційній зерно-пропашній сівозміні для умов Центрального Лісостепу України.

Методика досліджень. Під час досліджень застосовували загальноприйнятні методи: польовий, лабораторний, математичні методи, порівняльно-розрахунковий. Дослідження проводили в стаціонарному польовому досліді Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН»,

закладеному в 2010 р. на площі 0,75 га, кількість полів — 5, розмір посівної ділянки — 30 м² із 4-разовою повторністю. У досліді вивчали ротаційну сівозміну з насиченням зерновими, зернобобовими і технічними культурами. Ґрунт — чорнозем опідзолений сильно реградований на карбонатному лесі. В орному шарі вміст гумусу — 2,76–3,22% за Тюрнімом, сума поглинутих основ — 24,5–28,1 мг-екв./100 г ґрунту, гідролітична кислотність — 1,99–2,19 мг-екв./100 г ґрунту, рН сольової витяжки — 6,0–7,1. Ступінь насичення основами — 92,8–93,3%, уміст рухомих форм фосфору (за Труогом) — 9 мг/100 г ґрунту, обмінного калію (за Бровкіною) — 12 мг/100 г ґрунту.

Система обробітку ґрунту в сівозміні: поверхневий обробіток дисковими знаряддями, безпліцевий обробіток на глибину оранки та оранка. У досліді вивчали 2 системи удобрення:

1. Інтенсивна система удобрення (контрольний варіант) передбачає такі дози добрив: горох — $N_{30}P_{50}K_{50}$; пшениця озима — $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{50} + N_{40}$; соя — $N_{20}P_{60}K_{60} + N_{40}$; кукурудза — $N_{20}P_{90}K_{90} + N_{100}$; ячмінь ярий — $N_{20}P_{80}K_{80}$.

2. Органічна система удобрення (без мінеральних добрив: із використанням побічної продукції попередника як органічного добрива, з обробкою зерна азотофіксувальними, фосформобілізувальними біологічними препаратами, регуляторами росту, гуматами та підживленням гуматами, регулятором росту рослин або біопрепаратом). Для визначення змін агрохімічних, фізико-хімічних та агрофізичних показників за вивчення поживного режиму, гумусного стану відбирали змішані зразки із шарів ґрунту метрової товщі поділянково через 10 см за схемами дослідів згідно з ДСТУ 7030:2009 (ГСТУ 46.001-96). Уміст загального гумусу — за Тюрнімом у модифікації М.В. Сімакова (ДСТУ 4289:2004); рН_{КСІ} — потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2007); гідролітичну кислотність — за Каппеном у модифікації ЦІНАО (ГОСТ26212-91); суму увібраних основ — методом Каппена-Гільковиця (ГОСТ 27821–88); ступінь насичення основами — розрахунково; рухомий фосфор — фотоколометрично. Узагальнення матеріалів і

розрахунки результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу [14] і в програмі STATISTICA за непараметричною статистикою.

Результати досліджень. Установлено, що за інтенсивної системи удобрення у сівозміні середній вміст рухомого фосфору в метровій товщі чорнозему становив 32,9 мг/100 г ґрунту, вміст за медіаною — 21 мг/100 г ґрунту. Амплітудний розмах — 116–5,7 мг/100 г ґрунту, нормований типізований розмах — 12–48 мг/100 г, забезпеченість рухомим фосфором за медіаною більше тяжіла до мінімального типового значення, що свідчить про істотне зниження вмісту вглиб ґрунтового профілю. За 10%-го рівня забезпечення інтервал вмісту становив 11–79 мг/100 г ґрунту.

За органічної системи удобрення середній вміст рухомого фосфору становив 30,4 мг/100 г, за медіаною — 19 мг/100 г ґрунту. Амплітудний розмах вмісту був меншим відносно інтенсивної системи удобрення у 1,34–1,40 раза. Типовий інтервальний розмах вмісту фосфору був меншим у

1,2 раза, вміст фосфору за медіаною більше тяжів до мінімального типового значення, а зниження вмісту по профілю чорнозему було більш вираженим порівняно з інтенсивною системою удобрення.

На 10%-му рівні вміст рухомого фосфору становив 10–68 мг/100 г ґрунту і був в 1,2 раза меншим відносно інтенсивної системи удобрення. Коефіцієнт варіації вмісту рухомого фосфору за інтенсивної системи удобрення був вищим, ніж за органічної системи удобрення у 1,2 раза, що свідчить про його менший вміст за максимальними типовими значеннями.

Визначення рН_{сол} витяжки показало, що за інтенсивної системи удобрення у метровій товщі рН_{сол}=6,80, за медіаною — рН_{сол}=6,75. Амплітудний розмах становив рН_{сол}=5,61–7,45 ($\Delta=0,46$), за 10%-м рівнем рН_{сол}=6,65–7,25 ($\Delta=0,6$). За органічної системи удобрення середнє значення рН_{сол}=6,96, за медіаною рН_{сол}=7,0, що вище, ніж за інтенсивної системи удобрення на 2,4–3,7%. Амплітудний розмах був зменшеним як типовий інтервал зміни

1. Статистичні параметри агрохімічного стану за різних систем удобрення метрової товщі чорнозему опідзоленого в зерно-просапній 5-пільній сівозміні

Параметри родючості	Значення параметра		Амплітудний розмах: $\Delta_a = \max - \min$		Нормований розмах: $\Delta_n = L_{0,75} - L_{0,25}$		*Std.Dev.	**Coef. Var., %
	Середнє	Медіана	min	max	L _{0,25}	L _{0,75}		
<i>Органічна система удобрення</i>								
Рухомий фосфор, мг/100г	30,4	19,0	8,00	86,0	13,0	44,0	22,5	74,2
рН _{сол}	6,96	7,00	5,81	7,51	6,75	7,20	0,34	4,93
Нг, мг-екв./100 г	1,04	1,00	0,20	2,21	0,70	1,31	0,49	47,3
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	57,6	42,0	27,6	99,1	36,0	90,4	26,7	46,3
Гумус, %	2,02	2,13	0,69	3,33	1,31	2,65	0,70	34,8
<i>Інтенсивна система удобрення</i>								
Рухомий фосфор, мг/100 г	32,9	21,0	5,70	116,0	12,0	48,0	26,7	81,2
рН _{сол}	6,80	6,75	5,61	7,45	6,65	7,11	0,38	5,52
Нг, мг-екв./100 г	1,21	1,30	0,50	2,41	0,80	1,32	0,44	35,9
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	51,7	40,4	24,0	96,0	32,0	85,2	25,9	50,1
Гумус, %	2,00	2,05	0,56	3,53	1,42	2,60	0,70	35,1

*Std. Dev. — стандартне відхилення; **Coef. Var., % — коефіцієнт варіації; L_{0,25} і L_{0,75} — нижній і верхній квантелі.

$pH_{\text{сол}}$ у метровій товщі чорнозему. За 10%-м рівнем інтервал зміни $pH_{\text{сол}}$ мав вищі значення порівняно з інтенсивною системою удобрення (табл. 1).

Коефіцієнт варіації $pH_{\text{сол}}$ за органічної системи удобрення був меншим, ніж за інтенсивної системи, але не перевищував 10%. Сума увібраних основ (S) за середнім і медіанним значеннями становила 51,8–57,6 мг-екв./100 г ґрунту, за медіаною — 40,4–42,0 мг-екв./100 г ґрунту. Амплітудний розмах був 24,0–27,6 і 96,0–99,0 мг-екв./100 г ґрунту, нормований — 32,0–85,0 та 36,0–90,4 мг-екв./100 г ґрунту, за 10%-м рівнем — 28,8–93,3 та 30,0–95,0 мг-екв./100 г ґрунту. За верхнім типовим значенням сума увібраних основ за інтенсивної системи удобрення становила 28,8–32,0 мг-екв./100 г, за органічної — 30,0–36,0 мг-екв./100 г ґрунту. Спостерігалася стійка тенденція до зростання суми увібраних основ за органічної системи удобрення.

Високі значення суми увібраних основ за верхніми типовими значеннями пов'язані з наявністю карбонатів у нижній частині метрової товщі, кількість яких зростає за органічної системи удобрення: відбувається посилення процесу реградації. Лінія закипання

CaCO_3 перебуває на глибині 55–60 см від поверхні ґрунту проти 65–70 см за інтенсивної системи удобрення.

Середній уміст гумусу в метровій товщі чорнозему незалежно від системи удобрення становив 2,00–2,02%, за медіаною за органічної системи удобрення він зріс на 0,08% порівняно з інтенсивною системою удобрення.

Типовий інтервал значень умісту гумусу становив 1,31–2,65% за органічної системи удобрення та 1,42–2,60% — за інтенсивної. За 10%-м рівнем уміст гумусу за органічної системи удобрення був на рівні 1,13–2,85%, за інтенсивної — 1,05–2,82%, що свідчить про тенденцію до його накопичення за органічної системи удобрення у короткоротаційній сівозміні.

Розрахунок кореляційних зв'язків показав, що незалежно від системи удобрення отримано достовірні матриці парних кореляцій. Установлено, що між умістом рухомого фосфору та $pH_{\text{сол}}$ за органічної системи удобрення кореляція була на рівні $R = -0,67 \pm 0,03$, за інтенсивної $R = -0,53 \pm 0,03$, а за вмістом гумусу кореляційний зв'язок був на рівні прямої сильної кореляції незалежно від системи удобрення: $R = +0,78 - 0,79 \pm 0,03$ (табл. 2).

2. Матриця парних кореляційних зв'язків між основними ґрунтовими параметрами в метровій товщі чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення

Параметр	Рухомий фосфор, мг/100 г	$pH_{\text{сол}}$	Гідролітична кислотність, Нг	Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	Гумус, %
<i>Органічна система удобрення</i>					
Рухомий фосфор, мг/100 г	1,00	-0,67	0,51	-0,54	0,79
$pH_{\text{сол}}$	-	1,00	-0,76	0,64	-0,73
Нг, мг-екв./100 г	-	-	1,00	-0,73	0,72
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	-	-	-	1,00	-0,84
Гумус, %	-	-	-	-	1,00
<i>Інтенсивна система удобрення</i>					
Рухомий фосфор, мг/100 г	1,00	-0,53	0,42	-0,46	0,78
$pH_{\text{сол}}$	-	1,00	-0,89	0,73	-0,69
Нг, мг-екв./100 г	-	-	1,00	-0,79	0,67
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	-	-	-	1,00	-0,76
Гумус, %	-	-	-	-	1,00

Аналогічну закономірність виявлено між умістом гумусу та гідролітичною кислотністю (Нг): незалежно від системи удобрення зв'язок був на рівні прямої сильної кореляції — $R=0,67-0,72\pm 0,03$.

Виявлено, що на одиницю зростання або зниження умісту рухомого фосфору за інтенсивної системи удобрення припадає 0,007 зміни одиниці рН, за органічної системи — 0,01 одиниці рН, а на одиницю зростання або зниження умісту фосфору — 0,020–0,025% гумусу. За органічної системи удобрення цей процес інтенсивніший, що свідчить про краще гумусонакопичення. Між сумою увібраних основ і вмістом

гумусу в метровій товщі чорнозему встановлено обернений кореляційний зв'язок ($R=-0,76-0,85\pm 0,03$), а на одиницю зростання S незалежно від системи удобрення припадає 0,26% зниження умісту гумусу. Між умістом гумусу і Нг зв'язок прямий ($R=+0,67-0,72\pm 0,03$), а на одиницю зростання умісту гумусу припадає 0,5 одиниці Нг за органічної та 0,42 одиниці Нг за інтенсивної систем удобрення, що в 1,2 раза менше (табл. 3).

Середня урожайність за органічної системи удобрення за 2016–2019 рр. пшениці озимої становила 5,28 т/га, кукурудзи — 6,78, ячменю — 3,58 т/га, або 92,7, 76,8

3. Залежність між умістом гумусу, рухким фосфором і фізико-хімічними показниками в метровій товщі чорнозему опідзоленого сильнореградованого за різних систем удобрення

Параметр кореляції	Рівняння регресії $Y = a \pm bx$	Коефіцієнт	
		кореляції R	детермінації R ²
Уміст гумусу, %			
<i>Органічне виробництво</i>			
Рухомий фосфор, мг/100 г	$Y = -20,7 + 25,5x$	+0,79	0,62
pH _{сop} -обмінна кислотність	$Y = 7,67 - 0,35x$	-0,73	0,53
Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г ґрунту	$Y = 0,03 + 0,51x$	+0,72	0,52
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	$Y = 121,3 - 31,9x$	-0,85	0,72
<i>Інтенсивна система удобрення</i>			
Рухомий фосфор, мг/100 г	$Y = -26,1 + 29,6x$	0,78	0,61
pH _{сop} -обмінна кислотність	$Y = 7,53 - 0,37x$	-0,69	0,48
Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г ґрунту	$Y = 0,38 + 0,42x$	+0,67	0,45
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	$Y = 108,2 - 28,3x$	-0,75	0,56
Уміст рухомого фосфору, мг/100 г ґрунту			
<i>Органічне виробництво</i>			
pH _{сop} -обмінна кислотність	$Y = 7,26 - 0,01x$	-0,67	0,45
Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г ґрунту	$Y = 0,71 + 0,01x$	+0,55	0,31
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	$Y = 77,2 - 0,64x$	-0,56	0,31
Уміст гумусу, %	$Y = 1,27 + 0,025x$	+0,79	0,62
<i>Інтенсивна система удобрення</i>			
pH _{сop} -обмінна кислотність	$Y = 7,04 - 0,07x$	-0,55	0,31
Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г ґрунту	$Y = 0,99 + 0,07x$	+0,45	0,21
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г	$Y = 66,5 - 0,45x$	-0,45	0,21
Уміст гумусу, %	$Y = 1,33 + 0,02x$	+0,78	0,61

і 75,8% щодо інтенсивної системи удобрення.

У середньому за 2016–2019 рр. урожайність сої і гороху становила 2,63 і 1,88 т/га, або 95 і 75% щодо врожайності за інтенсивної системи удобрення. Середній вихід зернових, кормових, кормо-протеїнових одиниць та протеїну за органічної системи удобрення був 21,6; 24,8; 25 та 3,21 т/га, що становило 82,8; 71,1; 83,6 та 84,7% від виходу за інтенсивної системи удобрення.

Оцінка динаміки врожайності зернових культур за 2011–2019 рр. за органічної системи удобрення показала, що зростаючі тренди виявлено в пшениці озимій та ячменю. Порівняно з трендами зростання урожайності цих культур за інтенсивної системи вирощування за органічної коефіцієнти

регресії при змінній ступеневій функції за вирощування ячменю були вищими в 1,5–1,8 раза, а за вирощування пшениці озимої наближалися один до одного. За вирощування кукурудзи за органічної системи тренд зміни врожайності був спадним, як і за інтенсивної системи удобрення, але за органічної системи удобрення він був менш спадним. Достовірність рівнянь трендів зміни врожайності пшениці озимої і ячменю була на високому рівні значень ($R^2=0,40-0,51$), тоді як за вирощування кукурудзи значущість трендів була невисокою. Загалом урожайність зернових за органічної та інтенсивної систем вирощування була спадною, проте за органічної системи удобрення спадність тренду була в 1,9 раза меншою, ніж за інтенсивної системи удобрення.

Висновки

Установлено, що функціональний зв'язок між вмістом гумусу, актуальною, гідролітичною кислотністю та сумою увібраних основ в метровій товщі чорнозему опідзоленого за органічної системи удобрення більш тісний, ніж за інтенсивної системи удобрення. Коефіцієнт детермінації між вмістом гумусу та фізико-хімічними показниками становить 56–72%, тоді як за інтенсивної системи удобрення — 48–55%, що забезпечується посиленням процесів реградації метрової товщі чорнозему і проявляється у підвищенні лінії закипання CaCO_3 , яка перебуває на глибині 55–60 см від поверхні ґрунту проти 65–70 см за інтенсивної системи удобрення.

Статистична оцінка врожайності за 2011–2019 рр. показала, що середня урожайність пшениці озимої, кукурудзи, ячменю

була на рівні 5,16; 8,10 і 2,85 т/га, а зернових — 5,35 т/га, що становить 78,5–82,7% від інтенсивної системи удобрення. Амплітудний розмах ($\text{max}-\text{min}=\Delta$) урожайності за органічної системи вирощування зміщений у бік менших абсолютних значень інтервалу і значно менший, ніж за інтенсивної системи удобрення.

У середньому за 2016–2019 рр. найвищу продуктивність за виходом зернових, кормових, кормо-протеїнових одиниць та перетравного протеїну за органічної системи мала пшениця озима: 5,51; 7,05; 6,52 і 0,92 т/га відповідно, або 90–92% від виходу за інтенсивної системи удобрення. Коефіцієнт варіації урожайності зернових культур за органічної системи удобрення був нижчим, крім урожайності ячменю, ніж за інтенсивної системи удобрення — 7,95% проти 10,5%.

Demydenko O.

Cherkasy State Agricultural Research Station of National Institute of Agriculture of NAAS, 13 Dokuchaieva Str., Holodnianske village, Smila region, Cherkasy oblast, 20731, Ukraine; e-mail: smilachiapv@ukr.net; ORCID: 0000-0002-5334-1154

The dependence between the indicators of the fertility of degraded chernozem for different systems of fertilizers in agroecenose of the Central Forest-Steppe

Goal. Scientific-theoretical justification and development of the comparative base model of physical-chemical state of the soil layer for the conditions of reproduction of fertility of degraded chernozem for long-term use of organic and intensive fertilizer systems using the by-products of crops as organic fertilizer for growing crops in short-time grain-cultivated crop rotation in conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, mathematical, comparative

calculation. **Results.** A more close functional link is established between the humus content, relevant, hydrolytic acidity, and sum of accumulated bases in meter thick layer of degraded chernozem at the use of organic fertilizer system in comparison with intensive fertilizer system. The determination coefficient between the humus content and physical-chemical indicators is 56–72%. At the use of intensive fertilizer systems, it makes 48–55%, which is provided by the strengthening of the processes of regradation in the meter-thick layer of chernozem. It is also manifested in the increase of the boiling line of CaCO_3 , which is located at the depth of 55–60 cm from the soil surface (65–70 cm — at intensive fertilizer system). **Conclusions.** High values of the sum of accumulated bases for the top of the typical values may be associated with

the presence of carbonates in the lower part of the meter depth layer, which number is growing in the organic fertilizer system: there is a strengthening regradation process. On average over 2016–2019, high performance for the yield of grain, forage, feed-protein units and digestible protein in the organic system had the winter wheat: 5.51 t/ha, 7.05, 6.52, and 0.92 t/ha, respectively; or 90–92% of the out at use of intensive fertilizer system. The coefficient of variation of grain crop yield in the organic fertilizer system was lower, except for the yield of barley compared with the intensive fertilizer system—7.95%, against 10.5%.

Key words: humus, active acidity, hydrolytic acidity, sum of accumulated bases, degradation, crop rotation, yield.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-02>

Бібліографія

1. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Станісевич О.Ю., Бойко В.П. Продуктивність польової сівозміни за різних доз і співвідношень добрив. *Наукові горизонти*. 2019. № 3 (76). С. 80–86. doi: 10.33249/2663-2144-2019-76-3-80-86
2. Яковлев А.С., Макаров О.А., Евдокимова М.В. и др. Деградация почв и проблемы устойчивого развития. *Почвоведение*. 2018. № 9. С. 1167–1174. doi: 10.1134/s0032180x18090149
3. Сычев В.Г., Милащенко Н.З., Шафран С.А. Агрохимические аспекты получения высококачественного зерна в России. *Плодородие*. 2018. № 1. С. 18–19.
4. Федулова А.Д., Мерзляя Г.Е., Постников Д.А. и др. Агроэкологические аспекты последствий различных систем удобрения в условиях длительного полевого опыта на дерново-подзолистой почве. *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 9. С. 16–20. doi: 10.24411/0235-2451-2019-10903
5. Бурдуковский М.Л., Томов В.И., Ковшик И.Г. Изменение агрохимических свойств основных типов почв юга Дальнего Востока при длительном сельскохозяйственном использовании. *Почвоведение*. 2016. № 10. С. 1241–1250. doi: 10.7868/s0032180x16100051
6. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського НУС*. 2014. № 1. С. 8–12.
7. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Кривда Ю.І. Показники родючості чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. Т. 1, № 2(50). С. 3–9.
8. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Бойко В.П. Поживний режим ґрунту в польовій сівозміні за різного удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 37–43.
9. Греков В.А., Мельник А.И. Кислотность и известкование пахотных почв Украины. *Плодородие*. 2011. № 1. С. 2–4.
10. Бережняк М.Ф., Демиденко О.В., Бережняк Є.М., Данюк М.С. Екологічна стійкість чорнозему реградованого за різного сільськогосподарського використання. *Науковий вісник НУБіП України*. 2017. № 279. С. 153–160.
11. Brady Nyle C., Ray R. Weil. The nature and properties of soils 13th edition. *New Jersey: Pearson Education Inc*. 2015. 612 p.
12. Пат. 82807. Україна, МПК (2006), А01В79/00. Спосіб вторинного окарбонатування ґрунтів в агроценозах. О.В. Демиденко; заявник Черкаський інститут агропромислового виробництва УААН. № 200707093; заяв. 25.06.2007; опуб. 12.05.2008. Бюл. № 9, 2008 р. 12 с.
13. Nang Seng Aye, Peter W.G. Sale, Caixian Tang. The impact of long-term liming on soil organic carbon and aggregate stability in low-input acid soils. *Biology and Fertility of Soils*. 2016. V. 52. P. 697–709. doi: 10.1007/s00374-016-1111-y
14. Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: a review. *Agric Ecosyst Environ*. 2015. № 202. P. 98–107. doi: 10.1016/j.agee.2015.01.005
15. Єщенко В.О., Колитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник; за ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.