

УДК 631.51

© 2021

АГРОФІЗИЧНИЙ СТАН ЯК КРИТЕРІЙ ГОТОВНОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ДО МІНІМАЛІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ В АГРОЦЕНОЗИ

О.В. Демиденко

доктор сільськогосподарських наук

Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

вул. Докучаєва, 13, с. Холодненьке

Смілянського р-ну Черкаської обл., 20731, Україна

e-mail: smilachiary@ukr.net

Надійшла 10.03.2021

Мета. Визначити агрофізичні критерії оцінки стану чорнозему опідзоленого сильнореградованого (далі по тексті – чорнозему опідзоленого) за систематичного виконання поверхневого обробітку за оцінкою диференційної шпаруватості, продуктивності та енергетичної ефективності порівняно із систематичним виконанням оранки й оцінити можливість подальшої мінімалізації обробітку в короткоротаційній зерновій сівозміні в Центральному Лісостепу України. **Методи:** польовий, лабораторний, порівняльно-розрахунковий та математичні. **Результати.** За поверхневого обробітку щільність будови 0 – 30 см шару чорнозему опідзоленого за медіаною була вищою на 0,03 г/см³, а типізований розмах щільності був однаковим незалежно від способу обробітку чорнозему опідзоленого за її зростання під час поверхневого обробітку за верхнім і нижнім типовими значеннями на 0,02 г/см³. Коефіцієнт варіації щільності будови за оранки був вищим порівняно з поверхневим обробітком в 1,85 раза. Розрахунок диференційної шпаруватості за різних способів обробітку під 5-ма культурами на 6-й рік утримання досліду показує, що у весняний період щільність будови за систематичного поверхневого обробітку була вищою порівняно з оранкою на 0,06 г/см³, загальна шпаруватість – на 3 %, об'єм шпарин, зайнятих повітрям, був меншим на 6,0%. За таких умов співвідношення об'єму шпарин, зайнятих вологою, до об'єму шпарин із повітрям досягло оптимального рівня (1:1), тоді як за оранки співвідношення категорій шпарин було на користь шпарин, зайнятих повітрям. **Висновки.** Систематичне застосування оранки та ґрунтозахисного поверхневого обробітку в 5-пільній зерно-просапній сівозміні забезпечує отримання близької за параметрами продуктивності, як за урожайними показниками, енергетичною ефективністю та виходом зернових і кормових одиниць. Якщо за оранки показники продуктивності були стабільними відносно середніх показників, то за ґрунтозахисного обробітку вони мають зростаючий тренд, що пов'язано із закінченням перехідного періоду з моменту припинення оранки та переходу до виконання попереднього глибокого чизелювання з подальшим переходом на систематичний поверхневий обробіток на 10–12 см.

Ключові слова: щільність будови, польова вологість, оранка, поверхневий обробіток.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202107-02>

Обробіток ґрунтів не збагачує ґрунтове середовище енергетичним матеріалом для відтворення родючості чорноземів, проте від нього залежать агрофізичні параметри ґрунту, що визначають повітряні й термічні умови ґрунтового клімату, ступінь і глибину загортання рослинних залишків, що позначається на динаміці та співвідношенні синтезу і мінералізації гумусу, утворенні доступних форм поживних речовин та засвоєнні їх сільськогосподарськими культурами [1, 2].

Чорноземи як головний виробничий ресурс землеробства вже давно перебувають в умовах, які значно відрізняються від оптимальних, що сформувалися в природному стані, а тому схильні до прояву процесів деградації [3]. Основна причина — невідповідність застосовуваних технологій принципам природного формування чорноземів [4]. До подібної невідповідності належить основний обробіток ґрунту, пов'язаний зі знищенням дернини та підстилки, що призводить до наростаючої агрофізичної деградації чорноземів в агроценозах [5–7]. Вибір системи обробітку чорноземів завжди був найбільш суперечливим і актуальним у процесі землеробської практики Лісостепу України. Сумніви щодо необхідності глибокого обробітку з оборотом скиби знаходять своє відображення в потребі мінімізації обробітку чорноземів, напрями якої посилюються дедалі більше в бік скорочення глибини та кількості обробітків [8].

За останні десятиліття найвиваженішою системою обробітку чорноземів є диференційована, що складається з різного роду комбінацій способів оранки та безполицевого обробітку [9]. Проблеми погіршення агрофізичних властивостей після відмови від інтенсивного обробітку вирішуються періодичним застосуванням оранки під найвимогливіші культури [10, 11]. З іншого боку, з'являються обґрунтовані факти доцільності мінімізації обробітку на чорноземах, які характеризуються високими агрофізичними параметрами відносно оптимальних значень для вирощування більшості сільськогосподарських культур [12].

Один з найреальніших напрямків розв'язання проблеми деградації чорноземів — подальше вдосконалення технології обробітку ґрунту шляхом зниження виробничих затрат, а тому широкого поширення набувають ресурсощадні технології основного обробітку ґрунту [13], завдяки яким можна досягти подальшої адаптації сільськогосподарських культур до складних сучасних природно-кліматичних умов, що дає змогу зберігати агроекологічну рівновагу в агроценозах [14].

Зміна глибини основного обробітку значно впливає на родючість чорнозему. Як правило, менш окультурені чорноземи потребують більш глибокого обробітку [15], а зі зростанням рівня окультуреності та поліпшення агрофізичних властивостей чутливість чорнозему до інтенсивного обробітку слабшає, а родючість чорнозему за мінімізації обробітку стає вищою, ніж за звичайного глибокого обробітку [16–18].

У сучасному агровиробництві використовують ресурсощадні технології (комбіновані, мінімальні, нульові), за яких агрофізичним факторам родючості чорнозему потрібно приділяти особливу увагу. Щільність ґрунту — основний показник фізичного стану чорнозему для вирощування сільськогосподарських культур [19–21]. Сприятливі фізичні властивості — основна і необхідна умова реалізації потенційної ґрунтової родючості чорноземів для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур, а створення і підтримка оптимальної побудови орного шару за допомогою різних систем обробітку ґрунту є актуальним завданням сучасного землеробства [22–29]. Динамічність процесів, що відбуваються в ґрунті під впливом обробітку, а також його дія на родючість потребують систематичного вивчення змін агрофізичних показників чорноземів Лісостепу України, що є актуальним на найближчу та віддалену перспективу.

Мета досліджень. Визначити агрофізичні критерії оцінки стану чорнозему опідзоленого за систематичного виконання впродовж 5-ти років поверхневого обробітку за

оцінкою диференційної шпаруватості, продуктивності та енергетичної ефективності порівняно із систематичним виконанням оранки й оцінити можливість подальшої мінімізації обробітку в короткоротаційній зерновій сівозміні в Центральному Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в польовому стаціонарному досліді Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН» в 2016 — 2021 рр. Ґрунт — чорнозем опідзолений сильнореградований малогумусний середньосуглинковий на карбонатному кротовинному лесі. В орному шарі вміст гумусу — 2,76–3,03 % за Тюріним, 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 — 5,56–6,31. Ступінь насичення основами 92,8–93,3 %, уміст рухомих форм фосфору (за Труогом) — 9,0 мг/100 г ґрунту, обмінного калію (за Бровкіною) — 12 мг/100 г ґрунту.

Дослідження проводили в польовому стаціонарному досліді з вивчення продуктивності 5-пільної зерно-просапної сівозміни, яка включала: горох, пшеницю озиму, кукурудзу, сою, ячмінь. Система обробітку включає: диференційовану, на основі оранки, диференційовану, із застосуванням глибокого чизелювання в 2015 р. з наступним

поверхневим обробітком на 10–12 см під усі культури в сівозміні. Система удобрення $N_{75}P_{65}K_{82} + 6$ т/га побічної продукції.

Аналізи зразків ґрунту, обліки та розрахунки проводили відповідно до спеціальних методик: вологість — термогравіметричним методом за основними періодами росту культур (ДСТУ ISO 11465:2001); щільність складення (будови) — методом різальних кілець у модифікації Н.А. Качинського в періоди інтенсивного росту культур та в періоди формування врожаю (ДСТУ ISO 11272:2001). Статистичні розрахунки результатів досліджень здійснювали за «Методом дисперсійного аналізу» з використанням програми «STATISTICA» і застосуванням непараметричних методів статистики, кореляційного та факторного аналізу [30]. Для розрахунку і моделювання задіяно разом 355 пар визначення щільності будови та вологості ґрунту. Оцінка енергетичної ефективності проведена за О.В. Калініченко [31].

Результати досліджень. Досліджено вплив різних способів обробітку на щільність будови та польову вологість 0–30 см шару чорнозему опідзоленого. Встановлено, що середня щільність будови, незалежно від способу обробітку, була однаковою, але амплітудний розмах щільності за оранки був ширшим в 1,75 раза порівняно з поверхневим обробітком. Щільність будови за медіаною була вищою на 0,03 г/см³, а типовий розмах щільності був однаковим

1. Нормовані параметри щільності будови і польової вологості в 0–30 см шарі ґрунту залежно від системи обробітку чорнозему опідзоленого Правобережного Центрального Лісостепу за 2016–2021 рр.

Польова вологість, % Щільність будови, г/см ³			Med, L _{0,50}	Квантелі польової вологості, % Квантелі щільності будови, г/см ³			
Середня	min. max.	min. max.		L _{0,10} L _{0,90}	L _{0,25} L _{0,75}	L _{0,75} L _{0,25}	L _{0,90} L _{0,10}
	Амплітудний розмах: Δ _a = max. – min.			Нормований розмах: Δ _n (50%) = L _{0,75–0,25} Δ _n (10%) = L _{0,90–0,10}			
<i>Оранка на 22–25 см</i>							
16,5 1,19	7,11 1,38	22,6 0,98	17,6 1,18	8,50 1,33	12,7 1,26	20,4 1,11	21,8 1,08
<i>Поверхневий обробіток на 10–12 см</i>							
15,6 1,19	6,9 1,39	22,5 1,05	16,7 1,22	9,25 1,35	11,1 1,27	19,7 1,13	20,9 1,10

незалежно від способу обробітку чорнозему за її зростання під час поверхневого обробітку як за верхнім, так і нижнім типовим значенням на $0,02 \text{ г/см}^3$. Коефіцієнт варіації щільності будови за оранки був вищим порівняно з поверхневим обробітком у 1,85 раза (табл.1).

За різних способів обробітку факторне навантаження польової вологості ґрунту тяжіло до головного фактора F_1 : $R = +0,94 \pm 0,03$; $R^2 = 0,88$, а щільність будови формувала факторне навантаження за фактором F_2 за прямою сильною кореляцією ($R = +0,97 \pm 0,02$).

Амплітудний розмах щільності будови чорнозему був ширшим за оранки ($\Delta = 0,51 \text{ г/см}^3$), тоді як за поверхневого обробітку амплітудний розмах був на рівні $\Delta = 0,41 \text{ г/см}^3$. Перепад щільності за оранки відбувався в інтервалі вологості $\Delta = 18,5 \%$, тоді як за поверхневого обробітку $\Delta = 17,8 \%$, а величина мінімальної вологості в останньому випадку була вищою в 1,32 раза порівняно з оранкою. Незалежно від способу обробітку нормований розмах щільності будови був у межах $0,17 - 0,18 \text{ г/см}^3$ за нормованого діапазону вологості від $11,5 - 12,4 \%$ до $21,0 - 22,0 \%$.

Нормований розмах за 10-відсотковим рівнем значущості ($\Delta n, 10\%$) для щільності будови незалежно від способу обробітку становив $0,25 \text{ г/см}^3$ за нормованого розмаху польової вологості $13,3 \%$ під час оранки та $11,4 \%$ під час поверхневого обробітку. У першому випадку, мінімальне значення польової вологості було меншим за вологості

зав'ядання ($B3 = 8,85\%$), у другому випадку більше за значення $B3$: $8,5 \%$ та $9,25 \%$ відповідно. Значення щільності будови за медіаною за оранки було меншим за середнє на $0,01 \text{ г/см}^3$, а за поверхневого обробітку, навпаки, було вищим за середнє значення на $0,03 \text{ г/см}^3$. Це свідчить про стійку тенденцію до зростання щільності будови за поверхневого обробітку, яка не виходила за межі оптимальних значень і стабілізувала загальну та диференціальну шпаруватість. Коефіцієнт варіації щільності будови за оранки чорнозему опідзоленого був вищим у 1,15 раза порівняно з поверхневим обробітком (табл. 1).

За загальною моделлю для різних способів обробітку ґрунту на одиницю зростання щільності будови припадало $0,019 \%$ зниження польової вологості, що свідчить про однотипність зміни щільності будови залежно від зміни польової вологості чорнозему опідзоленого, але за поверхневого обробітку на одиницю зростання або зниження щільності приходиться $0,018 \%$ польової вологості (табл. 2).

За систематичної оранки на одиницю зростання загальної шпаруватості відбувається зниження об'єму шпарин із капілярною вологою та шпарин, зайнятих повітрям у співвідношенні $1,7:1$, а за поверхневого обробітку — $0,25:1$. За поверхневого обробітку відбувається стабілізація об'єму пор, зайнятих капілярною вологою з одночасним забезпеченням достатньої кількості об'єму шпарин, зайнятих повітрям.

Визначення щільності будови та розрахунок диференційної шпаруватості за різних способів обробітку під 5-ти культурами зерно-просапної сівозміни на 6-й рік утримання досліду показало, що у весняний період щільність будови за систематичного поверхневого обробітку була вищою порівняно з оранкою на $0,06 \text{ г/см}^3$. Середнє значення загальної шпаруватості за поверхневого обробітку було меншим на 3–4. Об'єм шпарин, зайнятих вологою, був більшим порівняно з систематичною оранкою, що вплинуло на співвідношення згаданих категорій шпарин: за поверхневого обробітку співвідношення було близьким до нижньої межі оптимальності ($\sim 1:1$), тоді як за оранки воно було на користь шпарин,

2. Вплив системи обробітку на зміну щільності будови від польової вологості в 0–30 см шарі чорнозему опідзоленого за 2016–2021 рр.

Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції, r	Коефіцієнт детермінації, r^2
<i>Оранка</i>		
$y = 1,52 - 0,019 \cdot x$	-0,87	0,75
<i>Поверхневий обробіток</i>		
$y = 1,50 - 0,018 \cdot x$	-0,78	0,61
<i>Загальна модель</i>		
$y = 1,51 - 0,019 \cdot x$	-0,77	0,60

зайнятих повітрям. Аналогічна закономірність була притаманна значенням категорій шпарин за амплітудним і нормованим розмахом значень категорій шпаруватості. Про стабілізацію диференціальної шпаруватості за систематичного поверхневого обробітку свідчить низький рівень $K_{\text{вар}}$, що за всіма показниками варіацій диференціальної шпаруватості був нижчим порівняно з оранкою (табл.3).

За систематичної оранки врожайність культур у 5-пільній сівозміні мала стійку тенденцію до зростання порівняно з ґрунтозахисним обробітком, але не виходила за межі істотної різниці. Достовірне зростання врожайності було за вирощування кукурудзи та буряків цукрових. За систематичної оранки і ґрунтозахисного обробітку вихід зернових одиниць за сівозміну становив 34,4–35,1 т або 6,88–7,02 т/га. У загальний вихід зернових одиниць найбільшу частку становлять кукурудза, соняшник та буряки цукрові. Вихід кормових одиниць незалежно

від способу обробітку був на рівні 34,5–34,6 т або 6,90–6,91 т/га. За виходом кормо-протеїнових одиниць оранка дещо переважала ґрунтозахисний обробіток: 37,0 т проти 33,9 т або 7,40 т/га проти 6,79 т/га. Найбільший внесок у загальний вихід кормо-протеїнових одиниць за кукурудзою 23,3–24,9 % та соняшником 22,6–23,6 % (табл. 4). Уміст енергії в урожаї за систематичної оранки за сівозміну становив 416,0 МДж, а 1 га сівозміни становив 83,3 МДж/га. За ґрунтозахисного обробітку вміст енергії в урожаї був нижчим на 9 МДж та 1,9 МДж/га. Найбільш енергоємними культурами були кукурудза та буряки цукрові: 121–128 МДж/га. Вихід побічної продукції незалежно від способу обробітку у сівозміні становив 40,7–41,3 т (7–8 т/га), а вміст енергії у побічній продукції становив 242–245 МДж або 48–49 МДж/га.

Проведена агроенергетична оцінка витрат, пов'язаних із формуванням продуктивності 5-пільної сівозміни за різних

3. Нормовані параметри диференціальної шпаруватості в 0–30 см шарі ґрунту залежно від системи обробітку чорнозему опідзоленого Правобережного Центрального Лісостепу за 2016–2021 рр.

Агрофізичні показники	Середнє	Медіана	min.	max.	Квантєлі:		$K_{\text{вар}}$, %
			Амплітудний розмах: $\Delta_a = \text{max.} - \text{min.}$		$L_{0,25}$	$L_{0,75}$	
			Нормований розмах: $\Delta_n = L_{0,75} - L_{0,25}$				
<i>Систематична оранка на 22–25 см</i>							
	1,09	1,08	–	–	–	–	7,75
ЗШ, %	58,0	58,0	53,0	64,0	56,0	64,0	5,52
ШВ, %	24,0	25,	19,0	29,0	21,0	27,0	12,0
ШК, %	18,0	18,0	13,0	21,0	15,0	20,0	14,5
ША, %	33,0	33,0	24,0	35,0	35,0	37,0	17,6
ШВ до ША	0,77	0,77	0,42	0,82	0,60	0,73	27,9
<i>Систематичний поверхневий обробіток на 10–12 см</i>							
	1,14	1,15	–	–	–	–	8,61
ЗШ, %	56,0	55,0	55,0	61,0	52,0	59,0	6,42
ШВ, %	26,0	27,0	20,0	29,0	24,0	29,0	10,0
ШК, %	18,0	18,0	14,0	20,0	17,0	19,0	10,0
ША, %	27,0	28,0	35,0	32,0	28,0	30,0	15,8
ШВ до ША	~1,0	~1,0	0,57	0,91	0,77	~1,0	21,5
Примітка. ЗШ — загальна шпаруватість, %; ШВ — шпарини з вологою, %; ШК — шпарини з капілярною вологою, %; ША — шпарини аерації, %; Квар — коефіцієнт варіації, %.							

способів обробітку показала, що незалежно від системи обробітку ґрунту забезпечується високий рівень ефективності виробництва ($K_{ee} > 2,5$) за основною продукцією. Водночас енергетична рентабельність за поверхневого обробітку відносно оранки зростає у 1,45 раза за основною та в 1,35 раза за біологічною продукцією. Енергомісткість виробництва сільськогосподарських культур у сівозміні за середньої щільності будови незалежно від способу обробітку була однаковою, але амплітудний розмах щільності за оранки був ширшим у 1,75 раза порівняно з чизельним обробітком. Щільність будови шару чорнозему опідзоленого 0–30 см за медіаною була вищою на $0,03 \text{ г/см}^3$, а типізований розмах щільності — однаковим незалежно від способу обробітку чорнозему за її зростання за чизельного обробітку за верхнім і нижнім типовими значеннями

на $0,02 \text{ г/см}^3$. Коефіцієнт варіації щільності будови за оранки був вищим порівняно з поверхневим обробітком у 1,85 раза.

Обговорення результатів досліджень. Ґрунтовий покрив Черкаської обл. представлений чорноземами типовими, чорноземами опідзоленими сильнореградованими, темно-сірими опідзоленими, з різним ступенем реградації, та ясно-сірими і сірими лісовими ґрунтами, які за гранулометричним складом є легко- та середньосуглинковими а також важкосуглинковими ґрунтами. У ґрунтовому покриві області переважають чорноземи типові та чорноземи опідзолені (понад 50 %).

Критерієм оцінки агроекологічного стану сільськогосподарських угідь передусім є рівень родючості ґрунтів як основа функціонування цієї категорії земель. Родючість ґрунтів зумовлює рівень продуктивності земель, їхню господарську значущість

4. Продуктивність сільськогосподарських культур за різних способів обробітку ґрунту в 5-пільній зерно-просапній сівозміні за 2016–2020 рр.

Показники продуктивності	Культури 5-пільної сівозміні					
	Кукурудза	Ячмінь ярий	Соя	Соняшник	Буряк цукровий	Середнє
<i>Поверхневий обробіток</i>						
$N_{90}P_{90}K_{90} + 7 \text{ т/га}$ побічної продукції						
Урожайність, т/га	7,95	3,74	2,35	3,55	46,7	–
Енергія в урожаї, ГДж/га	120,3	61,5	42,6	63,3	119,4	$\frac{81,4^*}{407,0}$
Зернові одиниці, тонн	$\frac{7,95^*}{23,1}$	$\frac{2,99}{8,69}$	$\frac{4,25}{12,4}$	$\frac{7,10}{20,6}$	$\frac{12,10}{35,2}$	$\frac{6,88^*}{34,4}$
	$\frac{10,60}{30,7}$	$\frac{4,52}{13,1}$	$\frac{3,76}{10,9}$	$\frac{4,01}{11,6}$	$\frac{11,60}{33,6}$	$\frac{6,90^*}{34,5}$
** K_{ee}	4,80	3,90	3,70	2,41	3,55	3,67
<i>Оранка</i>						
$N_{90}P_{90}K_{90} + 7 \text{ т/га}$ побічної продукції						
Урожайність, т/га	8,15	3,56	2,47	3,60	47,50	–
Енергія в урожаї, ГДж/га	128	58,5	44,8	64,0	121,4	$\frac{83,3^*}{416,0}$
Зернові одиниці, тонн	$\frac{8,15}{23,2}$	$\frac{2,86}{8,15}$	$\frac{4,49}{12,9}$	$\frac{7,18}{20,5}$	$\frac{12,4}{35,3}$	$\frac{7,02^*}{35,1}$
	$\frac{10,7}{30,9}$	$\frac{4,35}{12,6}$	$\frac{3,44}{9,94}$	$\frac{4,06}{11,7}$	$\frac{12,0}{34,7}$	$\frac{6,91^*}{34,6}$
** K_{ee}	5,71	5,39	5,05	3,01	4,58	4,75
Примітка. *Чисельник — т/га; знаменник — вихід разом, тонн; ** K_{ee} — коефіцієнт енергетичної ефективності.						

і вартість та визначається як здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, повітрі, теплі в достатніх кількостях для їх нормального розвитку, які в сукупності є основним показником якості ґрунту [32–33].

Важливим для умов Центрального Лісостепу України є відпрацювання критеріїв оцінки агрофізичного стану чорнозему опідзоленого в перші роки (5–6 років) переходу за систематичного поверхневого обробітку чорноземів, якого перебуває у стані крайньої агрофізичної деградації для запобігання обставин, що призводять до часткової або повної дискредитації основної ідеї мінімізації обробітку в агроценозах різноротаційних сівозмін. Особливо важливо це за різкого погіршення погоднокліматичних умов до критичного рівня, коли коефіцієнт зволоженості за Шашко (КЗ) знижується до значень 0,55, а гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК) зменшується до значень 0,5–0,61 і нижче впродовж 1–1,5 міс. періоду вегетації польових культур, що спостерігалось за роки проведення досліджень в умовах Центрального Лісостепу.

На основі проведених досліджень стає зрозумілою природа можливої нестабільної

реакції чорнозему як системи в перші роки систематичного застосування мілкого безпліцевого обробітку, який перебуває в крайній стадії агрофізичної деградації, в умовах, що характеризуються критичністю погоднокліматичних факторів. За систематичної оранки шар чорнозему опідзоленого 0–30 см не має диференціації за щільністю будови та побудови шпаруватого середовища. Часткова дегуміфікація та агрофізична деградація сприяють формуванню грудкувато-ущільненої будови горизонту, тоді як в умовах довгострокового безпліцевого обробітку формується дрібногрудкувата пухка будова ґрунту. Після припинення застосування систематичної оранки потрібно 5–6 років для отримання оптимальної будови шару чорнозему опідзоленого 0–30 см за принципом: пухкий (0–10 см) — ущільнений (10–20 см) — пухкий (20–30 см), а якісна перебудова шпаруватого середовища в бік формування оптимального співвідношення категорій шпарин, зайнятих вологою та повітрям, є достатнім критерієм того, що в подальшому можлива мінімізація обробітку з виходом на систему нульового обробітку чорнозему опідзоленого середньогумусного середньосуглинкового Центрального Лісостепу України.

Висновки

За поверхневого обробітку щільність будови шару чорнозему опідзоленого 0–30 см за медіаною була вищою на 0,03 г/см³, а типізований розмах щільності був однаковим незалежно від способу обробітку чорнозему опідзоленого за її зростання за поверхневого обробітку за верхнім і нижнім типовими значеннями на 0,02 г/см³. Коефіцієнт варіації щільності будови за оранки був вищим порівняно з поверхневим обробітком у 1,85 раза.

Розрахунок диференційної шпаруватості за різних способів обробітку під 5-ти культурами на 6-й рік утримання досліду показав, що у весняний період щільність будови за систематичного поверхневого обробітку була вищою порівняно з оранкою на 0,06 г/см³, загальна шпаруватість — на 3 %, а об'єм шпарин, зайнятих повітрям, був меншим на 6,0%. При цьому

співвідношення об'єму шпарин, зайнятих вологою, до об'єму шпарин із повітрям досягло оптимального рівня (1:1), тоді як за оранки співвідношення категорій шпарин було на користь шпарин, зайнятих повітрям.

Вплив способу обробітку на формування диференціальної шпаруватості в шарі чорнозему опідзоленого 0–30 см мав певні особливості: за систематичної оранки на одиницю зростання загальної шпаруватості відбувається зниження об'єму шпарин із капілярною вологою та шпарин, зайнятих повітрям, у співвідношенні 1,7:1, за поверхневого обробітку 0,25:1 — відбувається стабілізація об'єму пор, зайнятих капілярною вологою, з одночасним забезпеченням достатньої кількості об'єму шпарин, зайнятих повітрям, що дає підставу стверджувати

про можливість подальшої мінімалізації обробітку.

Систематичне застосування оранки та ґрунтозахисного поверхневого обробітку в 5-пільній зерно-просапній сівозміні забезпечує отримання близької продуктивності за врожайними показниками, енергетичною ефективністю та виходом зернових і кормових одиниць. Якщо за оранки

показники продуктивності були стабільними відносно середніх показників, то за ґрунтозахисного обробітку вони мають зростаючий тренд, що пов'язано із закінченням перехідного періоду з моменту припинення оранки та переходу до виконання попереднього глибокого чизелювання з подальшим переходом на систематичний поверхневий обробіток на 10–12 см.

Demydenko O.

Cherkasy State Agricultural Research Station of NSC «Institute of Agriculture of NAAS», 13 Dokuchaeva Str., vil. Kholodnianske, Smilianskyi district, Cherkasy oblast, Ukraine, 20731; e-mail: smilachiapv@ukr.net

Agrophysical condition as a criterion of readiness of degraded chernozem to minimalization of tillage in agrocenosis

Goal. To determine agrophysical criteria for assessing the condition of heavily regraded podzolized chernozem (hereinafter — degraded chernozem) for systematic surface tillage by assessing the differential porosity, productivity, and energy efficiency compared to the systematic plowing, as well as to assess the possibility of further minimization of cultivation in short crop rotation in the Central Forest-Steppe of Ukraine. **Methods:** field, laboratory, comparative and mathematical. **Results.** During surface treatment, the density of the structure of 0–30 cm layer of degraded chernozem by median was higher by 0.03 g/cm³, and the typed density range was the same regardless of the method of cultivation of degraded chernozem for growth of its the upper and lower typical values on 0.02 g/cm³ at surface tillage. The coefficient of variation of the

density of the structure during plowing was 1.85 times higher than at the surface tillage. The calculation of differential porosity for different methods of cultivation under 5 crops for the 6th year of the experiment shows that in the spring the density of the structure with systematic surface tillage was higher compared to plowing by 0.06 g/cm³, total porosity — by 3%, the volume of slits with air was lower by 6.0%. Under such conditions, the ratio of the volume of slits with moisture to the volume of slits with air reached the optimal level (1:1), while in plowing the ratio of categories of slits was in favor of slits with air. **Conclusions.** Systematic application of plowing and soil-protective surface tillage in 5-field crop rotation provides similar yield in terms of productivity, energy efficiency, and yield of grain and fodder units. If for plowing productivity indicators were stable relative to the average, then for tillage they have an increasing trend, which is due to the end of the transition period from the end of plowing and the transition to the previous deep chiseling with subsequent transition to systematic surface tillage at depth of 10–12 cm.

Key words: structure density, field humidity, plowing, surface tillage.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202107-02>

Бібліографія

1. Пыхтин И.Г. Обработка почвы: действительность и мифы. Земледелие. 2017. № 1. С. 33–36.
2. Кирюшин В.И. Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия. Земледелие. 2019. № 3. С. 3–7.
3. Крупенников И.А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Кишинев: Pontos, 2008. 288 с.
4. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии — основа стабильного развития земледелия. Земледелие. 2018. № 2. С. 3–6. doi:10.24411/0044-3913-2018-10201
5. Кузнецова И.В. Изменения физического состояния черноземов типичных и выщелоченных в Курской области за 40 лет. Почвоведение. 2013.

- № 4. С. 434–441. doi:10.7868/S0032180X13040084
6. Демиденко О.В. Відтворення родючості чорноземів типових в агроценозах при ґрунтозахисному землеробстві. Вісник аграрної науки. 2013. № 11. С. 47–51.
7. Романов В.Н., Ивченко В.К., Ильченко И.О. и др. Влияние приемов основной обработки почвы в севообороте на динамику влажности и агрофизические свойства чернозема выщелоченного. Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 5. С. 32–34. doi:10.24411/0235-2451-2018-10508
8. Демиденко О.В., Величко В.А. Агрофізичні умови ґрунтоутворення чорноземів в агроценозах. Вісник аграрної науки. 2013. № 2. С. 14–19.
9. Аксенов И.В., Гаврилюк Ю.В. Влияние основной обработки на агрофизические свойства

почвы и засоренность посевов культур севооборота в условиях Степи Украины. *Вестник БГСХА*. 2013. №3. С. 81–85.

10. Гордієнко В.П. Мінімізація обробітку ґрунту і проблеми її застосування. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Вип. 26. Одеса, 2004. С. 21–25.

11. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованы. *Земледелие*. 2006. № 6. С. 20–22.

12. Медведев В.В., Лактионова Т.Н. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины. Харьков, 2007. 395 с.

13. Кураченко Н.Л., Солодченко С.В., Романов В.Н. и др. Оценка и изменение плотности сложения чернозема в полях севооборота. *Земледелие*. 2010. № 1. С. 9–11.

14. Гарифуллин Ф.Ш. Физические свойства почв и их изменение в процессе окультуривания. Москва: Наука, 1979. 153 с.

15. Акулов А.А. Низкозатратные приемы продукционного процесса в севооборотах биологического земледелия. *Кормопроизводство*. 2004. №7. С. 2–6.

16. Чуданов И.А. Новые системы обработки черноземных почв в севооборотах Среднего Поволжья. Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации в новых условиях производства. Челябинск: ЧНИИСХ, 2005. С. 30–35.

17. Буянкин Н.И., Слесарев В.Н., Красноперов А.Г. Ключевые показатели минимализации обработки. *Земледелие*. 2004. №4. С. 14–15.

18. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы. *Земледелие*. 2015. № 5. С. 18–20.

19. Горянин О.И., Чуданов И.А. Влияние систем обработки почвы на плотность чернозема обыкновенного в Заволжье. *Достижения науки и техники АПК*. 2017. Т. 31. № 7. С. 44–47.

20. Солодовников А.П., Летучий А.В., Степанов Д.С. и др. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки. *Земледелие*. 2015. № 1. С. 5–7.

21. Романов В.Н., Ивченко В.К., Ильченко И.О., Луганцева М. В. Влияние приемов основной обработки почвы в севообороте на динамику влажности и агрофизические свойства чернозема выщелоченного. *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 5. С. 32–34.

22. Samofalova I.A., Kamenskih N.Y., Alikina A.N. Effect of the Main Treatment Methods on the Qualitative Composition of Humus SodPodzolic Soils in the Perm Region. *Soil-Water Journal*. 2013. V. 2. № 2 (1). P. 951–958.

23. Jordan A., Zavala L. M., Gil J. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *Catena*. 2010. Vol. 81. No. 1. P. 77–85. doi: 10.1016/j.catena.2010.01.007

24. Modak K., Biswas D.R., Ghosh A. et al. Zero tillage and residue retention impact on soil aggregation and carbon stabilization within aggregates in subtropical India. *Soil and Tillage Research*. 2020. V. 202. 104649. doi:10.1016/j.still.2020.104649

25. Nandan R, Singh V., Singh S. et al. Impact of conservation tillage in rice-based cropping systems on soil aggregation, carbon pools and nutrients. *Geoderma*. 2019. V. 340. P. 104–114. doi:10.1016/j.geoderma.2019.01.001

26. Copez K., Filipovic D., Husnjak S. et al. Effects of tillage systems on soil water content and yield in maize and winter wheat production. *Plant Soil Environ*. 2015. V. 61. P. 213–219. doi:10.17221/156/2015-PSE

27. Castellini M., Fornaro F., Garofalo P. et al. Effects of no-tillage and conventional tillage on physical and hydraulic properties of fine textured soils under winter wheat. *Water*. 2019. V. 11. P. 484. doi:10.3390/w11030484

28. Lampurlanes H., PlazaBonilla D., Alvaro-Fuentes J. et al. Long-term analysis of soil water conservation and crop yield under different tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. *Field Crops Research*. 2016. V. 189. P. 59–67. doi:10.1016/j.fcr.2016.02.010

29. Zhang S., Chen X., Jia S. et al. The potential mechanism of longterm conservation tillage effects on maize yield in the black soil of Northeast China. *Soil and Tillage Research*. 2015. 154. P. 84–90. doi: 10.1016/j.still.2015.06.002

30. Холодов В.А., Ярославцева Н.В., Лазарев В.И., Фрид А.С. Интерпретация данных агрегатного состава типичных черноземов разного вида использования методами кластерного анализа и главных компонент. *Почвоведение*. 2016. № 9. С. 1093–1100. doi: 10.7868/s0032180x16090070

31. Калініченко О.В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва / О.В. Калініченко // Облік і фінанси. 2016. №2 (72) С. 150–155. doi: 10.33987/vsed.1(69).2019.40–47

32. Шидула Н.К., Назаренко Г.В. Минимальная обработка черноземов и воспроизведение их плодородия. Москва : Агропромиздат, 1990. 320 с.

33. Медведев В.В. Новітні технології і знаряддя обробітку для збереження фізичних властивостей ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 8. С. 5–9.