

УДК 631.4:631.51.021:631.
8:631.67

© 2017

Р.А. Вожегова,
член-кореспондент НААН,
доктор сільсько-
господарських наук

М.П. Малярчук,
доктор сільсько-
господарських наук

І.М. Біляєва,
кандидат сільсько-
господарських наук
Інститут зрошувального
землеробства НААН

О.Є. Марковська,
кандидат
сільськогосподарських наук
ДВНЗ «Херсонський
державний аграрний
університет»

АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ

Мета. Визначення агрофізичних властивостей темно-каштанового середньосуглинкового ґрунту за різних систем основного обробітку та удобрення, встановлення рівня врожаю сільськогосподарських культур та продуктивності сівозміни. **Методи.** Польовий і математичного аналізу. **Результати.** Під впливом безполицевих систем основного обробітку ґрунту та поливної води формуються агрофізичні властивості, які є оптимальними для ячменю озимого й частково задовольняють потреби кукурудзи та сої. Використання на добриво всієї побічної продукції сільськогосподарських культур і підвищення дози внесення азотних добрив з 75,0 до 97,5 кг/га д.р. у розрахунку на 1 га сівозмінної площі з інокуляцією насіння сої ризогуміном сприяло росту продуктивності сівозміни на 15,0 – 16,3% з. од. відповідно до систем основного обробітку ґрунту. **Висновки.** У просапних сівозмінах на темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтах в умовах зрошення доцільно застосовувати систему диференційованого-1 основного обробітку з використанням на добриво всієї побічної продукції та вносити мінеральні добрива дозою $N_{97,5}P_{60}$, що забезпечує отримання прибутку на рівні 10 тис. грн/га з рівнем рентабельності 110%.

Ключові слова: спосіб, глибина, доза добрив, щільність складання, водопроникність.

Одним із напрямів зниження витрат на виробництво сільськогосподарської продукції є мінімізація основного обробітку ґрунту за рахунок зменшення його глибини, кількості проходів агрегатів або заміни більш енергоємного обробітку з обертанням скиби менш витратним — без

обертання скиби. Запровадження таких заходів значно скорочує енергетичні, трудові та матеріально-грошові витрати на виробництво продукції в сівозмінах на зрошуваних землях. Проте питання щодо застосування мінімізованих способів для сільськогосподарських культур

і систем основного обробітку ґрунту в сіво-змінах досі залишається дискусійним. Однією з причин такого явища є суперечливість даних стосовно їх впливу на агрофізичні властивості й поживний режим ґрунту, фітосанітарний стан посівів, урожайність культур і продуктивність сівозміни за виходом продукції. Ураховуючи те, що в ринкових умовах кінцевим результатом є отримання високого прибутку, складові систем землеробства на зрошуваних землях мають забезпечувати оптимізацію матеріальних і енергетичних витрат та отримання найвищого рівня рентабельності виробництва. Актуальність розроблюваної теми полягає в необхідності наукового обґрунтування можливості застосування поверхневого й мілкого безполицевого основного обробітків ґрунту в комплексі зі зрошенням, системами удобрення та захистом рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні дослідження вчених свідчать про те, що сучасна система обробітку ґрунту має базуватися на принципах мінімізації [1–4]. Водночас необґрунтоване застосування мілкого та поверхневого основного обробітків із тривалим використанням знарядь дискового типу призводить до різкого підвищення щільності складання та пористості ґрунту, що спричиняє погіршення водопроникності та зниження запасів вологи в кореневмісному шарі ґрунту за рахунок стоку води від атмосферних опадів і зрошення.

Найбільш сприятливі умови для росту й розвитку рослин створюються за оптимальної будови орного шару ґрунту. Численними дослідженнями доведено необхідність устанавлення параметрів щільності складання ґрунту, які б найповніше відповідали біологічним потребам сільськогосподарських рослин. Результатами досліджень провідних учених України та іноземних науковців доведено, що для ґрунтів, в яких рівноважна щільність не перевищує оптимальної для цієї культури, потреба в щорічних глибоких обробітках відпадає [5, 6].

Для більшості сільськогосподарських культур оптимальна величина щільності складання становить $1,1–1,3 \text{ г/см}^3$.

У сівозмінах на зрошуваних землях питома маса кукурудзи й сої — $25–50\%$ [7, 8]. Ці культури для інтенсивного росту і розвитку та реалізації генетично зумовленого потенціалу продуктивності потребують розпушеного, збагаченого поживними речовинами та вологою орного і кореневмісного шару. Польовими й вегетаційними дослідженнями встановлено, що верхня межа оптимальної щільності складання орного шару ґрунту для сої та кукурудзи становить $1,25 \text{ г/см}^3$, ячменю озимого — $1,35 \text{ г/см}^3$. Зростання цього показника для кукурудзи та сої до 1,3, а для ячменю озимого — до $1,4 \text{ г/см}^3$ у період сходів культур негативно позначається на подальшому рості й розвитку рослин та формуванні врожаю. Оптимальні параметри загальної пористості темно-каштанових ґрунтів для більшості сільськогосподарських культур становлять $50–54\%$ від загального об'єму, що відповідає щільності складання $1,2–1,3 \text{ г/см}^3$.

Мета досліджень — визначити зміни агрофізичних властивостей темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтів за різних систем основного обробітку та органо-мінеральних систем удобрення в 4-пільній ланці плодозмінної сівозміни.

Матеріали та методи досліджень. У стаціонарному досліді відділу зрошувального землеробства на землях дослідного господарства Інституту зрошувального землеробства НААН упродовж 2011–2015 рр. у 4-пільній ланці плодозмінної сівозміни на темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи вивчали 5 систем основного обробітку ґрунту (фактор А), які різнилися між собою глибиною розпушування, витратами непоновлюваної енергії на їх виконання, та випробовували 2 системи удобрення з унесенням різних доз азотних добрив (фактор В).

Фактор А (системи основного обробітку ґрунту): 1. Система різноглибинного ($20–22–28–30 \text{ см}$) полицевого обробітку (контроль); 2. Система різноглибинного ($20–22–28–30 \text{ см}$) безполицевого обробітку; 3. Система одноглибинного мілкого ($12–14 \text{ см}$) дискового обробітку; 4. Система диференційованого-1 обробітку ґрунту з одним щільюванням за ротацією на $38–40 \text{ см}$ під сою, чизельним розпушуванням

під ячмінь і другу сою та оранкою на 20–22 см під кукурудзу; 5. Система диференційованого-2 обробітку ґрунту в сівозміні з однією оранкою на 28–30 см під кукурудзу на фоні мілкого й поверхневого безполицевого розпушування під сою та ячмінь упродовж ротації сівозміни.

Фактор В (система удобрення): 1. Використання на добриво всієї побічної продукції сільськогосподарських культур, та внесення на 1 га сівозмінної площі $N_{75}P_{60}$; 2. Використання на добриво всієї побічної продукції сільськогосподарських культур, інокуляція насіння сої ризогуміном та внесення на 1 га сівозмінної площі $N_{97,5}P_{60}$.

Об'єкт дослідження — процеси формування продуктивності посівів кукурудзи, сої, ячменю озимого в 4-пільній плодозмінній сівозміні за умов зрошення.

Предмет дослідження — спосіб і глибина основного обробітку ґрунту, дози внесення азотних добрив, тривалий час зрошуваний темно-каштановий середньосуглинковий ґрунт, агрофізичні властивості.

Ґрунт дослідного поля — темно-каштановий середньосуглинковий на карбонатному лесі. Уміст гумусу в орному шарі — 2,28%, валових форм азоту, фосфору та калію — 0,18; 0,16; 2,7% відповідно, рН водної витяжки — 6,8. Найменша вологоємність шару ґрунту 0–100 см — 21,3%, вологість

в'янення — 9,1%, уміст водостійких агрегатів — 34,1%, фізичної глини — 40,5%. Агротехніка вирощування кукурудзи, сої та ячменю озимого — загальноприйнята для зрошуваних земель Південного Степу України, крім досліджуваних факторів.

Упродовж вегетації вологість ґрунту в шарі 0–100 см підтримувалася на рівні не нижче 75% НВ.

Під час виконання дослідів керувалися методикою польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях [9, 10]. Щільність складення ґрунту визначали за методикою С.А. Модіної, С.А. Долгова, М.Н. Польського в шарах ґрунту 0–10 см, 10–20, 20–30, 30–40 см у весняний період та перед збиранням урожаю; пористість — розрахунковим методом, водопроникність — методом заливних площадок, вологість ґрунту — термостатно-ваговим, сумарне водоспоживання — балансовим методом.

Результати досліджень. Дослідженнями Інституту зрошуваного землеробства НААН доведено, що на темно-каштанових ґрунтах Півдня України оптимальні агрофізичні властивості найповніше забезпечують способи основного обробітку ґрунту з обертанням скиби, завдяки яким органічні добрива у вигляді побічної продукції (соломи ячменю озимого, стебел кукурудзи та сої) і малорухомі фосфорні добрива загортаються

1. Щільність складення темно-каштанового ґрунту в шарі 0–40 см за різних систем основного обробітку в просяній сівозміні на зрошенні (середнє за 2011–2015 рр.), г/см³

Система основного обробітку ґрунту	Кукурудза на зерно	Соя	Ячмінь озимий	Соя	Середнє значення за ротацію
Полицева	1,35	1,32	1,33	1,33	1,33
Різноглибинна	1,36	1,36	1,38	1,36	1,36
Безполицева різноглибинна	1,35	1,34	1,34	1,35	1,34
	1,37	1,39	1,39	1,36	1,38
Безполицева одноглибинна мілка	1,36	1,36	1,35	1,36	1,36
	1,39	1,40	1,42	1,38	1,40
Диференційована-1	1,34	1,33	1,33	1,34	1,33
	1,36	1,38	1,39	1,38	1,38
Диференційована-2	1,34	1,34	1,35	1,35	1,34
	1,36	1,39	1,41	1,39	1,39
НІР ₀₅	0,07	0,05	0,08	0,06	
	0,06	0,06	0,09	0,07	

Примітка. Чисельник — початок вегетації, знаменник — кінець вегетації.

2. Водопроникність темно-каштанового ґрунту в шарі 0–40 см за різних систем основного обробітку в просапній сівозміні на зрошенні (середнє за 2011–2015 рр.), мм/хв

Система основного обробітку ґрунту	Початок вегетації				У середньому по сівозміні
	Кукурудза на зерно	Соя	Ячмінь	Соя	
Полицева	3,5	3,3	2,5	2,3	2,9
Безполицева	3,3	3,1	2,5	2,1	2,7
Безполицева	3,0	2,6	2,2	2,0	2,4
Диференційована	3,4	3,3	2,6	2,6	3,0
Диференційована	3,4	3,0	2,6	2,4	2,8
НІР ₀₅	0,2	0,4	0,2	0,2	

на глибину від 20–22 до 28–30 см, тобто в зону стабільного зволоження й максимального проникання. Так, у період сходів сільськогосподарських культур у варіантах безполицевого основного обробітку щільність складення шару ґрунту 0–40 см досягала 1,34–1,36, у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованої-1 — 1,32–1,35 г/см³. Такий рівень щільності складення забезпечував сприятливі умови для росту й розвитку ячменю озимого, водночас за безполицевих способів ці показники були вищими за біологічно обґрунтовані для кукурудзи та сої. Опادي осінньо-зимового періоду та зрошувальна вода призвели до значного ущільнення ґрунту. Водночас збереглася закономірність, відзначена в початковий період вегетації, — за безполицевих способів показники щільності складення були вищими за біологічно обґрунтовані для кукурудзи й сої на 7,2–8,8% (табл. 1).

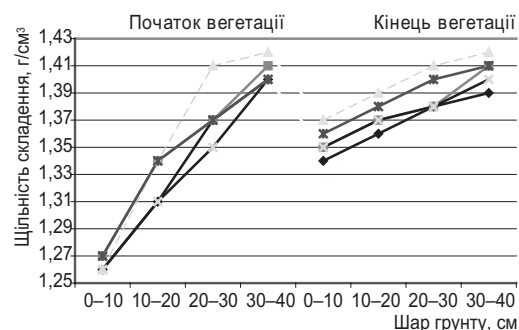
Особливий інтерес у початковий період росту рослин викликає динаміка змін щільності складення із заглибленням від 0–10 см до 30–40 см. Найбільш розпушеним виявився шар ґрунту 0–20 см у варіантах оранки на глибину від 20–22 до 28–30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні, а застосування безполицевого обробітку, глибокого і мілкого, призводило до ущільнення із заглибленням від 0–10 до 10–20 см на 4,0–8,8% порівняно з контролем (рисунк).

Опادي осінньо-зимового періоду та зрошувальна вода призвели до значного ущільнення ґрунту. Водночас збереглася закономірність, відзначена в початковий

період вегетації, — за безполицевих способів показники щільності складення були вищими за біологічно обґрунтовані для кукурудзи й сої на 7,2–8,8%.

У кінці вегетації більш істотно виражене ущільнення нижчих шарів ґрунту (20–40 см) порівняно з шаром 0–20 см за варіантами дослідів і за культурами сівозміни. Максимальні показники щільності складення в шарі ґрунту 30–40 см у середньому по сівозміні відповідали варіанту мілкого обробітку на 12–14 см у системі одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту і становили 1,40–1,45 г/см³. Проте істотної різниці в значеннях досліджуваного показника в шарі ґрунту 0–40 см у варіантах дослідів не встановлено.

Оскільки верхня допустима межа оптимальної щільності складення для зернових колосових становить 1,35 г/см³, для них



Динаміка щільності складення шару ґрунту 0–40 см за періодами вегетації: — ромби — полицева система обробітку ґрунту; — квадрати — безполицева; — трикутники — безполицева; — зірочки — диференційована; — ромби — полицева

3. Сумарне водоспоживання культур за різних систем основного обробітку ґрунту в 4-пільній просапній сівозміні на зрошенні (середнє за 2011 – 2015 рр.), м³/га

Система основного обробітку ґрунту	Кукурудза на зерно	Соя	Ячмінь	Соя	Середнє значення за ротацію
Полицева різноглибинна	3510	3230	2000	3160	2975
Безполицева різноглибинна	3170	3260	2290	3280	3000
Безполицева одноглибинна мілка	3250	3310	2340	3390	3070
Диференційована-1	3200	3250	2040	3180	2920
Диференційована-2	2960	3230	2180	3200	2890

доцільно замінити оранку та глибоке безполицеве розпушування на мілкий дисковий основний обробіток. На темно-каштанових середньосуглинкових і важкосуглинкових ґрунтах, щільність складення яких у рівноважному стані досягає 1,40–1,45 г/см³ під кукурудзу та сою, застосування обробітку ґрунту без обертання скиби, особливо мілкого й поверхневого, слід уникати.

Від щільності складення орного шару залежить його пористість. Так, на початку вегетації пористість шару ґрунту 0–40 см у середньому по сівозміні була в межах 48,0–48,9%, що значно нижче оптимальних параметрів для росту й розвитку, особливо просапних культур. Істотної різниці в показниках пористості між варіантами основного обробітку ґрунту перед збиранням урожаю не виявлено, навіть за тривалого застосування одноглибинного мілкого безполицевого розпушування (варіант 3). Вони були в оптимальних межах для ячменю озимого

й не відповідали біологічним потребам таких культур, як соя та кукурудза.

Показники щільності складення та пористості створюють умови для вбирання і фільтрації води, забезпечуючи накопичення вологи осінньо-зимового періоду та раціональне її використання впродовж усієї вегетації. Високі показники щільності складення і низька пористість за безполицевих способів обробітку, особливо під час тривалого застосування мілкого дискового розпушування в сівозміні (варіант 3), призвели до зниження водопроникності на початку вегетації сільськогосподарських культур на 6,9–17,2% (табл. 2).

Максимальні значення швидкості вбирання і фільтрації води відповідали варіантам різноглибинного полицевого та диференційованого-1 основного обробітків ґрунту в сівозміні. Перед збиранням урожаю за тривалого застосування мілкого розпушування в сівозміні (варіант 3) порівняно

4. Витрати води на формування врожаю культур у 4-пільній просапній сівозміні за різних систем основного обробітку ґрунту (середнє за 2011 – 2015 рр.), м³/т

Система основного обробітку ґрунту	Кукурудза на зерно	Соя	Ячмінь	Соя	Середнє значення за ротацію
Полицева різноглибинна	530	1110	590	1130	840
Безполицева різноглибинна	560	1420	670	1380	1000
Безполицева одноглибинна мілка	740	1740	670	1820	1240
Диференційована-1	480	1160	580	1050	820
Диференційована-2	440	1200	600	1180	850

5. Урожайність сільськогосподарських культур за різних систем основного обробітку й удобрення та продуктивність 4-пільної просапної сівозміни на зрошенні (середнє за 2011–2015 рр.), т/га

Система обробітку ґрунту (фактор А)	Сільськогосподарська культура				Вихід продукції, з.од.
	ячмінь озимий	соя	кукурудза	соя	
<i>Доза азотного добрива N₇₅</i>					
Полицева	3,83	3,09	11,79	3,24	6,64
Безполицева	3,68	2,99	11,47	3,03	6,39
Безполицева мілка	3,41	2,23	9,50	2,32	5,18
Диференційована-1	3,67	3,02	11,98	3,06	6,55
Диференційована-2	3,46	2,62	11,96	2,62	6,12
HIP ₀₅	0,22	0,25	0,59	0,20	
<i>Доза азотного добрива N_{97,5}</i>					
Полицева	4,29	3,43	14,32	3,46	7,65
Безполицева	4,21	3,32	13,93	3,21	7,35
Безполицева мілка	3,82	2,51	11,58	2,54	6,01
Диференційована-1	4,15	3,40	14,72	3,31	7,62
Диференційована-2	4,07	2,93	14,27	2,88	7,05
HIP ₀₅	0,28	0,24	0,74	0,23	

з контролем відбулося зниження водопроникності, як і на початку вегетації сільськогосподарських культур.

Отже, під впливом безполицевих систем основного обробітку ґрунту та поливної води формуються агрофізичні властивості (щільність складення, пористість, водопроникність), які є оптимальними для ячменю озимого і частково задовольняють потреби кукурудзи та сої.

За гідротермічних умов 2011–2015 рр. досліджень у посівах кукурудзи й сої було проведено 4–6, а на ячмені озимому 1–2 вегетаційних поливи з поливною нормою 450–500 м³/га.

Кількість вологи, використаної сільськогосподарськими культурами за період вегетації на транспірацію та випаровування ґрунтом, характеризує показник сумарного водоспоживання (табл. 3).

Сумарне водоспоживання сільськогосподарських культур у середньому по сівозміні за системами основного обробітку становило 2890–3070 м³/га.

Коефіцієнт водоспоживання свідчить про те, наскільки продуктивно рослини витрачають вологу на формування одиниці врожаю. Найефективніше волога використовується на формування одиниці врожаю за диференційованої-1 системи обробітку, де

на формування 1 т продукції витрачалося 820 м³ води, водночас за різноглибинної полицевої і безполицевої систем обробітку витрати води зростали відповідно до 840 та 1000 м³. Застосування одноглибинного мілкого (12–14 см) дискового розпушування впродовж ротації сівозміни призвело до зростання витрат води на формування 1 т продукції на 47,6% (табл. 4).

З урахуванням зниження продуктивності сівозміни за безполицевих систем основного обробітку, особливо одноглибинної мілкої дискової, до схеми досліду включено фон підвищеного азотного живлення. Збільшення дози внесення азотного добрива до 97,5 кг/га д.р. у розрахунку на 1 га сівозмінної площі з коригуванням доз внесення під кожен культуру сівозміни забезпечило підвищення врожайності всіх культур, водночас закономірність, що спостерігалася за внесення дози 75 кг/га д.р., збереглася (табл. 5).

Використання на добриво всієї побічної продукції сільськогосподарських культур та підвищення дози внесення азотних добрив з 75,0 до 97,5 кг/га д.р. у розрахунку на 1 га сівозмінної площі з інокуляцією насіння сої ризогуміном сприяло росту продуктивності сівозміни на 15–16,3% зернових одиниць відповідно до систем основного обробітку.

Висновки

Застосування диференційованої системи основного обробітку ґрунту та внесення побічної продукції культур сівозміни і мінеральних добрив дозою $N_{97,5}P_{60}$ з інюкуляцією насіння сої створює сприятливі умови для формування оптимальних параметрів агрофізичного стану, водного режиму темно-каштанового середньосуглинкового ґрунту, забезпечуючи продуктивність сівозміни на рівні 7,62 т/га з. од.

За рахунок економії витрат на основний обробіток і технології вирощування сільськогосподарських культур загалом рівень рентабельності виробництва продукції за диференційованої-1 системи обробітку на фоні внесення мінеральних добрив дозою $N_{97,5}P_{60}$ у розрахунку на 1 га сівозміної площі з обробкою насіння сої ризогуміном був вищим і становив 109,8 проти 107,5% за ризогумінової обробки.

Бібліографія

1. Камінський В.Ф. Шляхи підвищення ефективності використання землі в сучасних умовах. — К., 2016. — 258 с.
2. Медведєв В.В. Перспективи мінімалізації обробки ґрунту в Україні/В.В. Медведєв// Агроном. — 2007. — № 4. — С. 134–141.
3. Мінімізація обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур/І.А. Пабат, М.С. Шевченко, А.І. Горбатенко, А.Г. Горобець// Вісн. аграр. науки. — 2004. — № 1. — С. 11–14.
4. Єщенко В.О. Мінімізація механічного обробітку/В.О. Єщенко//Карантин і захист рослин. — 2008. — № 10. — С. 15–17.
5. Малієнко А.М. Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту. — Чабани, 2008. — 85 с.
6. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of

- Argentina/K.P. Fabrizzi, F.O. Garcia, J.L. Costa, L.I. Picone//Elsevier. — 2005. — № 3. — P. 57–69.
7. Савченко В.О. Вплив обробітку ґрунту та співвідношення посівів сої і кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах на щільність ґрунту в умовах Лісостепу Правобережного/В.О. Савченко, С.Я. Кобак, О.Я. Панасюк//Сільське господарство та лісівництво. — 2016. — № 3. — С. 23–31.
8. Біоенергетичні зрошувані агроєкосистеми — науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Південний Степ України); за ред. Ю.О. Тараріко. — К.: ДІА, 2010. — 85 с.
9. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях; за ред. Р.А. Вожегової. — Херсон: Гринь Д.С., 2014. — 286 с.
10. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві/В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін. — Херсон: Айлант, 2013. — 282 с.

Надійшла 19.05.2017.