

УДК 633.17:631.51:631.8:631.67

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОЇ ОБРОБКИ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ НА ЗРОШЕННІ

Малярчук М.П. – д. с.-г. н., с. н. с.,

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Лужанський І.Ю. – м.н.с.,

Інститут зрошуваного землеробства

Національної академії аграрних наук України

Марковська О.Є. – к.с.-г.н., доцент,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті наведено результати дослідження із встановлення ефективності способів основної обробки ґрунту та доз унесення мінеральних добрив на тлі використання побічної продукції культур сівозміни в технології вирощування сорго зернового за умов зрошення. Застосування комбінованої обробки, що поєднує мілке (12–14 см) дискове розпушування із щільуванням на 38–40 см та мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{60}$ на тлі післяжнивних решток попередника (пшениці озимої) забезпечило формування урожайності зерна сорго на рівні 7,72 т/га та рентабельності 218%.

Ключові слова: щільність, пористість, водопроникність, темно-каштановий ґрунт, урожайність, зрошення

Малярчук М.П., Лужанский И.Ю., Марковская Е.Е. Продуктивность сорго зернового при разных системах обработки почвы и удобрения в севообороте на орошении

В статье приведены результаты исследования по установлению эффективности способов основной обработки почвы и доз внесения минеральных удобрений на фоне использования побочной продукции культур севооборота в технологии выращивания сорго зернового в условиях орошения. Применение комбинированной обработки, которая сочетает мелкое (12–14 см) дисковое рыхление со щелеванием на 38–40 см и минеральных удобрений дозой $N_{90}P_{60}$ на фоне пожнивных остатков предшественника (пшеницы озимой) обеспечило формирование урожайности зерна сорго на уровне 7,72 т/га и рентабельности 218%.

Ключевые слова: плотность, пористость, водопроницаемость, темно-каштановая почва, урожайность, орошение

Maliarchuk M.P., Luzhansky I.Yu., Markovska O.E. Crop productivity of grain sorgho under conditions of different soil tillage systems and fertilization of crop rotations under irrigation

The article presents the results of research on the efficiency of methods of soil tillage and doses of applying mineral fertilizers in cultivation technologies of grain sorgho under irrigation. Applying mixed soil tillage which combines shallow (12–14 cm) disc loosening with deep soil tillage (38–40 cm) and mineral fertilizers in the amount of $N_{90}P_{60}$ on the basis of post-harvesting rests of the proceeding crop (winter wheat) provides the crop productivity of grain sorgho at the level of 7,72 tons per ha and the efficiency of 218%.

Key words: density, porosity, dark loam, loamy soils, crop productivity, irrigation

Постановка проблеми. Підвищення посушливості клімату викликало необхідність зміни підходів до формування систем ведення землеробства, особливо у Степовій зоні України. На підставі моделювання процесів змін клімату, проведеного вченими-кліматологами Кембріджської групи з різних країн світу під егідою ФАО ООН, прогнозується до 2100 року подальше зростання температури повітря від 2 до 6°C, підвищення концентрації CO_2 в повітрі та зміна біосфери

Землі, що викличе необхідність перегляду підходів до формування структури посівних площ, сівозмін, систем удобрення і обробки ґрунту з розширенням площ посіву посухостійких невимогливих щодо вологі сільськогосподарських культур [1, с. 293–294].

Із метою повного використання агрокліматичного потенціалу Степової зони сорго зернове привернуло до себе увагу як посухостійкої, солевитривалої, невибагливої до ґрунтів і високопродуктивної зернової культури, яка користується підвищеним попитом серед працівників харчосмакової та лікєро-горілкової промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах господарювання пріоритетне місце у структурі посівних площ на зрошуваних землях відводиться високоприбутковим культурам, що користуються попитом на внутрішньому і зовнішньому ринках – кукурудзі, сої та овочам. Водночас спроможність зрошувальних систем із подання поливної води не може забезпечити оптимальний режим зрошення цих культур, тому до складу сівозмін, у яких вони вирощуються, доцільно вміщувати культури з високою продуктивністю та з мінімальними витратами води на формування врожаю, насамперед ним є сорго зернове. У зоні дії Каховської та Інгулецької зрошувальних систем знаходяться поширення зерно-просапні сівозміни з насиченням зерновими (50%) і технічними (50%) культурами, в яких застосовуються диференційовані системи основної обробки з оранкою під просапні та мілким і поверхневим розпушуванням під озимі зернові і технічні культури звичайного рядкового способу сівби [2, с. 128; 3, с. 200].

За результатами експериментальних досліджень вітчизняних і зарубіжних учених під сорго зернове, доцільно застосовувати глибоку основну обробку з обертанням скиби, який забезпечує боротьбу з бур'янами, шкідниками та хворобами, створюючи сприятливі умови для формування високого врожаю [4, с. 314; 5, с. 54–57; 6, 32–45].

Водночас зараз ці питання легко вирішуються завдяки застосуванню високоєфективних біологічних та хімічних засобів захисту рослин від шкідливих організмів.

Аналіз наукових джерел з ефективності системи удобрення сорго зернового свідчить, що майже половину приросту врожайності можна отримати завдяки добривам. Соргові культури невибагливі до родючості ґрунтів, водночас під час застосування органо-мінеральних систем удобрення з використанням гною, торфу, сидератів та компостів істотно підвищують продуктивність [7, с. 200; 8, с. 19–32].

Виходячи з вищевикладеного, вміщення до складу сівозмін в умовах зрошення на осолонцьованих чорноземах південних, темно-каштанових і каштанових ґрунтах Південної посушливої і Сухо-Степової ґрунтово-екологічних підзон зони Степу сорго зернового вимагає пошуку ефективного способу обробки ґрунту та встановлення оптимальної дози внесення мінерального добрива за використання на добриво листостеблової маси попередника.

Постановка завдання. Установити ефективність способів основної обробки ґрунту та доз унесення мінеральних добрив на тлі використання побічної продукції культур сівозміни в технології вирощування сорго зернового за умов зрошення.

Дослідження проведено в стаціонарному досліді відділу зрошуваного землеробства ІЗ НААН України впродовж 2016–2018 років. Сорго зернове висівалося після пшениці озимої в 4-пільній зерно-просапній сівозміні на зрошенні в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи.

У сівозміні досліджували п'ять систем основної обробки ґрунту (Фактор А) з різними способами і глибиною розпушування на тлі трьох органо-мінеральних систем удобрення (Фактор В).

Фактор А (обробка ґрунту):

1) оранка на глибину 23–25 см у системі тривалого застосування обробки ґрунту з оберганням скиби;

2) чизельне розпушування на глибину 23–25 см у системі тривалого застосування різноглибинного безполицевого розпушування;

3) дискова обробка на глибину 12–14 см у системі одноглибинної безполицевої обробки;

4) дискова обробка на глибину 12–14 см із щільюванням до 38–40 см у системі диференційованої-1 обробки;

5) чизельне розпушування на глибину 16–18 см у системі диференційованої-2 обробки ґрунту в сівозміні.

Фактор В (система удобрення):

1) система удобрення № 1. Без унесення мінеральних добрив на тлі використання на добриво соломи пшениці озимої;

2) система удобрення № 2. Унесення мінеральних добрив під сорго зернове дозою $N_{90}P_{60}$ + побічна продукція пшениці озимої;

3) система удобрення № 3. Унесення мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{60}$ + солома пшениці озимої.

Ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньосуглинковий із низькою забезпеченістю нітратами та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм, уміст гумусу в шарі 0–40 см – 2,15%.

Для закладання досліду використовували ґрунтообробні знаряддя: плуг лемішний начіпний ПЛН-5-35 та диско-чизельну борону БДВП-3,0-01. Висівали районований гібрид сорго зернового Прайм, густина стояння рослин 180 тис. шт. на гектар.

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи з використанням загальноновизнаних в Україні методик та методичних рекомендацій [9, с. 200–214; 10 с. 328–345].

Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами усіх культур сівозміни на рівні 70% НВ у шарі ґрунту 0–50 см.

Виклад основного матеріалу дослідження. Найбільш сприятливі умови для росту і розвитку рослин сорго зернового створювалися за дискового розпушування на глибину 12–14 см із щільюванням до 38–40 см, де щільність ґрунту становила $1,25 \text{ г/см}^3$. За чизельного розпушування при зменшенні глибини обробки до 16–18 см у системі диференційованої-2 обробки з однією оранкою за ротацію сівозміни визначено тенденцію до зростання досліджуваного показника. Водночас різниця між цим варіантом і контролем була істотною як на початку вегетації, так і перед збиранням урожаю склала $0,04 \text{ г/см}^3$ за $НІР_{05}$, відповідно $0,04$ та $0,05 \text{ г/см}^3$ (табл. 1).

Проведення оранки на глибину 23–25 см (варіант 1, контроль) та чизельного розпушування на таку ж саму глибину (варіант 2) у системах полицевої та безполицевої різноглибинної обробки ґрунту, сприяло формуванню щільності ґрунту на рівні $1,28$ – $1,29 \text{ г/см}^3$. Істотне ущільнення на початку вегетації відзначено у варіанті мілкого (12–14 см) розпушування в системі мілкого одноглибинної безполицевої обробки, де щільність досягла $1,33 \text{ г/см}^3$, та наприкінці вегетації – $1,35 \text{ г/см}^3$.

Таблиця 1

**Щільність темно-каштанового ґрунту під посівами сорго зернового
за різних способів і глибини основної обробки в зерно-просапній сівозміні
на зрошенні, 2016–2018 рік, г/см³**

№№ вар. в	Система основної обробки ґрунту	Спосіб і глибина, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
Початок вегетації							
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	1,24	1,26	1,28	1,32	1,28
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	1,26	1,28	1,30	1,32	1,29
3	Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	1,27	1,31	1,34	1,38	1,33
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	1,23	1,24	1,26	1,29	1,25
5	Диференційована-2	16-18 (ч)	1,26	1,28	1,32	1,38	1,31
НІР ₀₅							0,04 г/см ³
Перед збиранням урожаю							
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	1,26	1,27	1,30	1,32	1,29
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	1,26	1,29	1,31	1,34	1,30
3	Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	1,29	1,33	1,35	1,41	1,35
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	1,24	1,25	1,28	1,29	1,27
5	Диференційована-2	16-18 (ч)	1,27	1,30	1,34	1,39	1,33
НІР ₀₅							0,05 г/см ³

Таблиця 2

**Пористість темно-каштанового ґрунту під посівами сорго зернового
за різних способів і глибини основної обробки в зерно-просапній сівозміні
на зрошенні, 2016–2018 рік, %**

№№ вар	Система обробки ґрунту	Спосіб і глибина, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
Початок вегетації							
11	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	52,4	51,8	50,8	49,5	51,0
22	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	51,8	51,1	50,3	49,5	50,6
33	Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	51,2	49,9	48,5	47,1	49,1
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	53,0	52,4	51,7	50,6	51,2
5	Диференційована-2	16-18 (ч)	51,8	50,8	49,3	47,1	49,7
НІР ₀₅							2,2%
Перед збиранням урожаю							
1	Полицева різноглибинна	23-25(о)	52,0	51,4	50,3	49,4	50,6
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	51,8	50,7	49,8	48,8	50,2
3	Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	50,6	49,2	48,1	46,2	48,4
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	52,3	51,7	51,0	50,3	51,3
5	Диференційована-2	16-18 (ч)	51,2	50,2	49,0	46,7	49,3
НІР ₀₅							2,7%

Перед збиранням урожаю встановлено істотне ущільнення шару ґрунту 20–40 см у всіх варіантах дослідів, порівняно з шаром 0–20 см. Максимальні показники щільності в шарі ґрунту 30–40 см відповідали варіанту мілкої обробки на глибину 12–14 см у системі одноглибинної безполицевої основної обробки і становили 1,41 г/см³.

У прямій залежності від щільності орного шару знаходиться його пористість. Оптимальні параметри загальної пористості темно-каштанових ґрунтів для більшості сільськогосподарських культур знаходяться в межах 50–54% від загального обсягу, що відповідає щільності 1,2–1,3 г/см³. Особливого значення цей показник набуває у період сходів під час формування кореневої системи та початковому рості і розвитку рослин сорго.

Так, під час визначення на початку вегетації рослин пористість шару ґрунту 0–40 см за варіантами дослідів була в межах 49,1–52,0%.

Найбільш сприятливі для рослин сорго показники пористості – 52,0; 51,3%, формувалися за диференційованої-1 обробки з одним щільванням на глибину 38–40 см за ротацію сівозміни (варіант 4) та полицевої різноглибинної основної обробки з глибиною розпушування 23–25 см (варіант 1).

Застосування мілкої дискової обробки на 12–14 см у системі одноглибинного мілкого безполицевого розпушування в сівозміні (варіант 3) призвело до зниження пористості на 3,5%, порівняно з контролем.

До збирання врожаю ґрунт ущільнився, а пористість знизилась до 48,4–51,3%, водночас закономірність, визначена на початку вегетації, збереглась. Істотної різниці в показниках пористості між варіантами основної обробки перед збиранням урожаю не виявлено (табл. 2).

Показники щільності та пористості ґрунту мали істотний вплив на швидкість вбирання і фільтрації води, забезпечуючи накопичення вологи в кореневмісному шарі. У природних умовах виділити окремо процес убирання і фільтрації неможливо, їх дослідження проводиться лізіметричним методом у польових або лабораторних умовах. Більш високі показники щільності, а також більш низька пористість ґрунту за безполицевих обробок, особливо за тривалого застосування мілкого дискового розпушування в сівозміні (варіант 3), викликали зниження водопроникності на початку вегетації сорго на 32,6%, порівняно з контролем.

Максимальне значення (4,33 мм/хв.) досліджуваного показника відповідало варіанту диференційованої-1 системи обробки ґрунту з дисковим розпушуванням на 12–14 см, поєднаним зі щільванням на 38–40 см (варіант 4). Ущільнення та зниження загальної пористості ґрунту у варіанті дискового розпушування на 12–14 см, проведеного на тлів мілкої одноглибинної безполицевої системи основної обробки в сівозміні, призвело до зменшення водопроникності за 3-годинної експозиції визначення і перед збиранням урожаю (табл. 3).

Результати досліджень з визначення запасів вологи в шарі ґрунту 0–100 см за варіантами основної обробки ґрунту на початку вегетації рослин сорго свідчать, що вони були достатньо високими і знаходились на рівні 87,8–91,5% НВ із максимальним показником у варіанті дискової обробки на 12–14 см із щільванням до 38–40 см у системі диференційованої-1 обробки в сівозміні, де загальні запаси вологи становили 2 748 м³/га, а продуктивні – 1 410 м³/га, що пов'язано з кращим поглинанням атмосферних опадів протягом осінньо-зимового періоду.

Необхідно зазначити незначний дефіцит вологи в шарі ґрунту 0–100 см на час сходів сорго зернового за всіх варіантів основної обробки ґрунту, який коливався у межах 254–367 м³/га (табл. 4).

Таблиця 3

Водопроникність темно-каштанового ґрунту під посівами сорго зернового за різних способів і глибини основної обробки в зерно-просапній сівоzmіні на зрошенні, 2016–2018 рік, мм/хв.

№ вар.	Система основної обробки ґрунту	Спосіб і глибина обробки, см	Строк визначення	
			початок вегетації	перед збиранням урожаю
1	Полицева різноглибинна	23–25 (о)	4,30	3,70
2	Безполицева різноглибинна	23–25 (ч)	3,70	3,10
3	Безполицева мілка одноглибинна	12–14 (д)	3,13	2,43
4	Диференційована-1	12–14 (д+щ)	4,33	3,77
5	Диференційована-2	16–18 (ч)	3,57	3,03
НР ₀₅ мм/хв.			0,51	0,63

Таблиця 4

Динаміка запасів вологи в шарі ґрунту 0–100 см під посівами сорго зернового за різних способів і глибини основної обробки в зерно-просапній сівоzmіні на зрошенні, м³/га

Система основної обробки ґрунту	Спосіб і глибина обробки ґрунту, см	Запаси вологи, м ³ /га					
		сходи			повна стиглість зерна		
		загальні	продуктивні	дефіцит	загальні	продуктивні	дефіцит
Полицева різноглибинна	23–25 (о)	2735	1396	268	1650	310	1354
Безполицева різноглибинна	23–25 (ч)	2735	1396	268	1692	352	1311
Безполицева мілка одноглибинна	12–14 (д)	2637	1297	367	1748	409	1255
Диференційована-1	12–14 (д+щ)	2748	1410	254	1607	268	1396
Диференційована-2	16–18 (ч)	2651	1311	352	1692	352	1311

Формування оптимального водного режиму ґрунту за різних способів основної обробки і доз унесення мінеральних добрив під сорго зернове на тлі використання на добриво соломи пшениці озимої в сівоzmіні на зрошенні підпорядковано загальній, чітко вираженій закономірності більш інтенсивного росту і розвитку рослин сорго зернового у варіанті комбінованого диско-чизельної обробки та забезпечувало в усі роки досліджень найвищий рівень урожайності зерна.

Так, на неодобреному тлі з використанням соломи пшениці озимої на добриво у варіанті оранки на глибину 23–25 см у системі тривалого застосування різноглибинної основної обробки ґрунту з обертанням скиби урожайність зерна сорго склала 2,83 т/га. Проведення чизельного розпушування на таку саму глибину та зменшення його глибини до 16–18 см у варіанті диференційованої-2 системи обробки викликало зниження урожайності до 2,47 та 2,44 т/га, або на 12,7 та 13,8%. Застосування дискової обробки на глибину 12–14 см призвело до подаль-

шого зниження урожайності зерна з показником 2,04 т/га (28%) і лише поєднання мілкого дискового розпушування зі щільюванням на глибину 38–40 см у варіанті комбінованої обробки забезпечило зростання урожайності до 3,12 т/га, або на 10,2% (табл. 5).

Таблиця 5

**Урожайність зерна гібриду сорго Прайм за різних систем
основної обробки ґрунту та доз добрив, середнє 2016–2018 рр., т/га**

№№ вар.	Система основної обробки ґрунту (фактор А)	Спосіб і глибина обробки, см	Доза добрив (фактор В)			Середнє по фактору А, НІР ₀₅ 0,19
			без добрив	N ₉₀ P ₆₀	N ₁₂₀ P ₆₀	
1	Полицева різноглибинна (контроль)	23-25 (о)	2,83	6,79	6,97	5,53
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	2,47	6,52	6,73	5,24
3	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	2,04	4,59	4,76	3,79
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	3,12	7,72	7,94	6,26
5	Диференційована-2	16-18 (ч)	2,44	6,18	6,33	4,98
Середнє по фактору В, НІР ₀₅ 0,25			2,58	6,36	6,55	

Примітка: о – оранка; ч – чизельний; д – дисковий; щ – щільювання.

Підвищення дози внесення мінерального добрива до N₉₀P₆₀ сприяло зростанню урожайності зерна в усіх варіантах основної обробки у 2,3–2,6 рази, водночас закономірність, що спостерігалась на неудобреному тлі, збереглась з перевагою комбінованої диско-чизельної обробки (варіант 4), де рівень урожайності зерна досяг 7,72 т/га, що більше ніж у контролі на 0,93 т/га, або на 13,7%.

Подальше підвищення дози внесення мінеральних добрив до N₁₂₀P₆₀ забезпечило зростання врожайності зерна, порівняно з дозою внесення N₉₀P₆₀, водночас за варіантами основної обробки врожайність зростала лише на 1,0-3,7%, з середнім показником 3%. Тобто зростання рівня урожайності за підвищення дози внесення мінерального добрива було неістотним.

Стосовно способів основної обробки безпосередньо під сорго зернове, то як за роками досліджень, так і в середньому за три роки, лише комбінована диско-чизельна обробка (варіант 4) забезпечила істотне зростання рівня врожаю за всіма дозами мінеральних добрив на 10,2–13,9%.

Урожайність зерна сорго без унесення добрив склала 2,58 т/га. Унесення дози добрив N₉₀P₆₀ сприяло її зростанню у 2,5 рази. Збільшення дози добрив до N₁₂₀P₆₀ під посіви сорго не забезпечило відповідного зростання врожаю. Прибавка, порівняно з дозою N₉₀P₆₀, склала 0,19 т/га, що знаходиться в межах помилки досліду (НІР₀₅ – 0,25 т/га).

Висновки і пропозиції. Під час вирощування сорго зернового в умовах південного Степу України в зерно-просапній сівозміні на зрошенні доцільно застосовувати комбіновану обробку, що поєднує мілке (12–14 см) дискове розпушування зі щільюванням на 38–40 см. Використовувати на добриво післяживні рештки

попередника (пшениці озимої) та вносити мінеральні добрива дозою $N_{90}P_{60}$, що створює сприятливі умови для формування врожаю та забезпечує рівень рентабельності 218% проти 184% у контролі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kovalenko A. Increasing aridity climate of southern steppe of Ukraine. Its effects and remedies, *3rd UNCCD Scientific Conference, 9–12 March 2015, Cancun. Mexico: Book of Abstracts*. 2015. P. 293–294.
2. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. д-ра с.-г. наук, проф., акад. НААН Я.М. Гадзала, д-ра с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН В.Ф. Камінського. Київ: Аграрна наука, 2016. С. 127–345.
3. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол.: М.В. Зубець (голова) та ін. Київ: Аграрна наука, 2010. С. 108–238.
4. Балюк С.А., Ромашенко М.І., Трускавецький Р.С. Меліорація ґрунтів систематика, перспективи, інновації. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 668 с.
5. Технология двухфазной обработки почвы: вопросы теории и практики / А.М. Малиенко, И.М. Голодный, Л.И. Ворона, В.П. Кирилюк, Г.И. Куньчак. Киев: Аграрна наука, 2018. 104 с.
6. Циков В.С. Состояние и перспективы развития системы обработки почвы (обзор – исследование – опыт). Днепропетровск: ООО «ЭНЕМ», 2008. 168 с.
7. Макаров Л.Х. Соргові культури: монографія. Херсон: Айлант, 2006. 263 с.
8. John F. Leslie. *Sorghum and Millets Diseases*, 2002. 504 p.
9. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.
10. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: монографія. Херсон: Айлант, 2013. 410 с.