
ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 631.615:633.853.34

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.1>

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Вожегова Р.А. – д.с.-г.н., професор,
академік Національної академії аграрних наук України, директор,
Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Марковська О.Є. – д.с.-г.н., професор,
в. о. завідувача кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
<https://orcid.org/0000-0002-4810-7443>

Малярчук А.С. – к.с.-г.н., старший науковий співробітник,
Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0001-5845-269X>

Котельников Д.І. – к.с.-г.н., головний агроном,
Фермерське господарство «ЮКОС і К»
<https://orcid.org/0000-0002-8889-8841>

У статті наведено результати дослідження з обґрунтування оптимального способу і глибини основного обробітку темно-каштанового ґрунту під кукурудзу за різних доз внесення мінеральних добрив з використанням післяжнивних решток у короткій ротацийній сівозміні на зрошенні. Завданнями дослідження передбачено визначення агрофізичних властивостей ґрунту, забур'яненості посівів та продуктивності кукурудзи залежно від досліджуваних факторів. Експериментальна частина роботи виконувалася впродовж 2009–2016 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН України, розташованій у зоні дії Каховської зрошувальної системи, в чотирирічній зерно-просапній сівозміні з наступним чергуванням культур: кукурудза на зерно, ячмінь озимий, соя, пшениця озима. Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи, а також загальновізнані в Україні методики й методичні рекомендації.

Найменший показник щільності складення шару ґрунту 0–40 см ($1,14 \text{ г/см}^3$) встановлено за чизельного обробітку на 28–30 см у системі різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні. Максимальні значення його ($1,28 \text{ г/см}^3$) відповідали варіанту із системою No-till. За чизельного розпушування на 28–30 см також визначено мінімальний рівень забур'яненості – $8,9 \text{ шт./м}^2$ з вегетативною масою бур'янів $28,7 \text{ г/м}^2$, що менше за контроль (оранка на 28–30 см в системі диференційованого основного обробітку ґрунту у сівозміні) на 17,6 та 8,9%, відповідно. Проведення сіви кукурудзи в попередньо необроблений ґрунт на фоні тривалого застосування системи No-till у сівозміні збільшувало забур'яненість посівів кукурудзи за кількістю бур'янів майже вдвічі та в 7,5 рази – за їхньою вегетативною масою. Найвища урожайність кукурудзи в досліді ($11,44 \text{ т/га}$) сформована у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні і за внесення добрив у дозі $N_{180}P_{40}$ з використанням післяжнивних решток. Приріст урожаю при цьому склав $1,22 \text{ т/га}$ (за $НІР_{05} - 0,33 \text{ т/га}$).

Ключові слова: щільність складення, забур'яненість, продуктивність, кукурудза, обробіток ґрунту, система.

Vozhegova R.A., Markovska O.Ye., Malyarchuk A.S., Kotelnikov D.I. Corn productivity under different systems of basic soil tillage and fertilization under irrigated conditions of southern Ukraine

The article presents the results of a study to substantiate the optimal method and depth of the main tillage of dark chestnut soil for corn at different doses of mineral fertilizers together with post-harvest residues in a short-rotation crop rotation under irrigation. The objectives of the study are to determine the agrophysical properties of the soil, weediness of crops and productivity of corn, depending on the studied factors. The experimental part of the work was performed in 2009–2016 on the experimental fields of the Askaniya State Agricultural Research Station of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine, which is located in the area of Kakhovka irrigation system, in four-field grain-row crop rotation with the following alternation of crops: corn, soybeans, winter wheat. During the experiment, field, quantitative-weight, visual, laboratory, calculation-comparative, mathematical-statistical methods and generally accepted in Ukraine methods and methodical recommendations were used. The lowest density of soil layer 0–40 cm – 1.14 g/cm^3 was under chisel tillage at 28–30 cm in the system of different depth tillage without tillage in crop rotation. Its maximum values – 1.28 g/cm^3 , corresponded to the variant with the No-till system. Also, for chisel loosening at 28–30 cm, the minimum level of weeds was determined – 8.9 pcs./m^2 with a vegetative mass of weeds of 28.7 g/m^2 , which is less than the control (plowing at 28–30 cm in the system of differentiated basic tillage in crop rotation) by 17.6 and 8.9%, respectively. Sowing corn in previously untreated soil against the background of long-term use of the No-till system in crop rotation increased the weediness of corn crops by the number of weeds almost 2 times and 7.5 times by their vegetative mass. The highest yield of corn in the experiment – 11.44 t/ha , was formed in the variant of chisel loosening at 28–30 cm in the system of boardless multi-depth tillage in crop rotation and fertilizer application at a dose of $N_{180}P_{40}$ together with the post-harvest residues of the preceding crop. The increase in yield was 1.22 t/ha for $LSD_{05} 0.33 \text{ t/ha}$.

Key words: density of soil, weediness, productivity, maize, tillage, system.

Постановка проблеми. Кукурудза займає лідируючі позиції серед зернових культур за рівнем урожаю та валовими зборами, що обумовлено її високим генетичним потенціалом продуктивності та сталим попитом на світовому ринку. За останні роки в Україні площа посівів цієї культури зросла з 1,5 до 5,0 млн. га, а валові збори перевищили 30 млн. тон, що значно збільшило експортний потенціал нашої держави.

Через розміщення основної маси кореневої системи кукурудзи здебільшого в шарі ґрунту 30–60 см культура значно реагує на глибину обробітку та поживний режим [1, с. 5]. Саме тому в технології її вирощування важливими складовими елементами є система основного обробітку ґрунту та удобрення, які в сучасних умовах ведення зрошуваного землеробства повинні забезпечити отримання високих і сталих урожаїв на засадах ресурсозбереження – оптимізації витрат поливної води, паливно-мастильних матеріалів, підвищення окупності добрив тощо [2, с. 44]. До того ж раціональна система основного обробітку ґрунту та удобрення

дозволяє нівелювати негативний вплив зрошувальної води, важкої сільськогосподарської техніки на фізико-механічні властивості ґрунту, який призводить до підвищення його щільності складення, зменшення пористості, водопроникності, погіршення газообміну, умов для росту та розвитку рослин, і, як наслідок, зниження врожайності культури [3, с. 35].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення проводилися в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України впродовж багатьох років. Тривалий час традиційним способом основного обробітку ґрунту під кукурудзу в Україні вважався глибокий полицевий, за якого врожайність була вищою на 0,3–0,4 т/га, ніж за мілкого [4, с. 85]. У дослідженнях А.М. Малієнка, В.П. Кирилюка за безполицевого обробітку врожайність кукурудзи зменшувалася порівняно з оранкою на 0,34–1,02 т/га [5, с. 100]. У дослідженнях, проведених упродовж 2015–2016 рр. на чорноземах опідзолених в умовах лівобережного Лісостепу України, максимальна врожайність кукурудзи на зерно гібрида ДКС 3203 (Monsanto) була у варіанті традиційної оранки 9,21 т/га, що на 0,77 т/га вище за показники у варіанті мінімального обробітку та на 1,56 т/га – нульового обробітку ґрунту [6, с. 154].

Нині результатами багаторічних експериментальних досліджень і виробничим досвідом доведено, що застосування традиційної системи обробітку ґрунту з обертанням скиби не завжди виправдане. Внаслідок підвищення посушливості клімату, розвитку процесів ерозійної деградації ґрунтів, пошуку ресурсощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур все більшого значення набувають мінімізовані способи основного обробітку ґрунту, в тому числі й сівба в попередньо необроблений ґрунт на фоні органо-мінеральних систем удобрення [7, с. 100]. Ще всередині минулого сторіччя відмічено позитивну реакцію кукурудзи на глибокий плоскорізний обробіток ґрунту в умовах Степу України за високої культури землеробства [8, с. 100]. У досліджах, проведених у південно-західній частині Лісостепу, найвищий середній урожай зерна (7,2 т/га) отримано у варіанті плоскорізного обробітку на глибину 23–25 см і фрезерного – на 5–6 см. Заміна оранки мілким і поверхневим обробітками не впливала негативно на рівень урожаю зерна кукурудзи [9, с. 159].

Дискусійним нині є питання щодо застосування No-till у технології вирощування кукурудзи. В.О. Савченко, С.Я. Кобак, О.Я. Панасюк відмічали незначне зменшення врожайності зерна кукурудзи за нульового обробітку у просапній сівозміні із співвідношенням сої і кукурудзи 1:1 в умовах Лісостепу Правобережного. Зниження урожайності зерна на 12–13% встановлено за використання No-till лише на ділянках, де кукурудзу вирощували повторно один – два роки [10, с. 159]. Не дивлячись на суперечливість даних щодо можливості запровадження системи No-till за вирощування кукурудзи, науковці вважають, що для отримання позитивного результату від сівби в попередньо необроблений ґрунт потрібно не менше 10 років. За цей час створиться потужний запас післяжнивних решток, а показники родючості досягнуть свого природного рівня. Дослідженнями А.В. Бикіна, О.В. Тарасенка в зоні Лісостепу визначено істотне зменшення урожайності кукурудзи в перші роки застосування прямої сівби порівняно з оранкою. Однак якість зерна на фоні внесення однакової дози добрив $N_{120}P_{100}K_{100}Mg_{60}$ виявилася кращою [11, с. 6].

Більшість науковців рекомендують диференційований підхід до застосування способів основного обробітку ґрунту. За результатами багаторічних досліджень, економічної та енергетичної оцінок сільськогосподарським підприємствам зони зрошення Південного Степу України задля збереження основних показників

родючості темно-каштанового ґрунту та отримання сталої продуктивності польових культур на засадах ресурсозбереження запропоновано проведення диференційованої системи основного обробітку в коротких ротаційних сівозмінах із оранкою на 20–22 см під кукурудзу на зерно та дисковим обробітком під сою на 12–14 см із щільованням до 40 см та м'яким безпліцевим розпушуванням ґрунту під озими зернові культури на фоні органо-мінеральної системи удобрення з внесенням на 1 га сівозмінної площі $N_{97,5}P_{60}$ та побічної продукції сільськогосподарських культур сівозміни для збереження родючості тривало зрошуваного темно-каштанового ґрунту та рівноважного гумусного стану [12, с. 51; 13, с. 147; 14, с. 294].

Постановка завдання. Мета дослідження – обґрунтування оптимального способу і глибини основного обробітку темно-каштанового ґрунту під кукурудзу за різних доз внесення мінеральних добрив з використанням післяжнивних решток у короткій ротаційній сівозміні на зрошенні. Завданнями дослідження передбачено визначення агрофізичних властивостей ґрунту, забур'яненості посівів та продуктивності кукурудзи залежно від досліджуваних факторів.

Експериментальна частина роботи виконувалася впродовж 2009–2016 рр. на дослідних полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН України, розташованої у зоні дії Каховської зрошувальної системи, в чотирипільній зерно-просапній сівозміні з наступним чергуванням культур: кукурудза на зерно, ячмінь озимий, соя, пшениця озима. Досліджували фактори, наведені нижче.

Фактор А (основний обробіток ґрунту):

- оранка на глибину 28–30 см в системі диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні;
- дисковий обробіток ґрунту на глибину 12–14 см в системі м'якого безпліцевого обробітку впродовж ротації сівозміни;
- чизельний обробіток на 28–30 см в системі безпліцевого різноглибинного обробітку ґрунту;
- нульовий обробіток в системі тривалого застосування його в сівозміні з сівою спеціальними сівалками в попередньо необроблений ґрунт.

Фактор В (система удобрення):

1. Органо-мінеральна система удобрення з внесенням $N_{120}P_{40}$ + післяжнивні рештки.
2. Органо-мінеральна система удобрення з внесенням $N_{150}P_{40}$ + післяжнивні рештки.
3. Органо-мінеральна система удобрення з внесенням $N_{180}P_{40}$ + післяжнивні рештки.

Ґрунт дослідного поля темно-каштановий середньо суглинковий із низькою забезпеченістю азотом та середньою – рухомим фосфором і обмінним калієм. Уміст гумусу в орному шарі – 2,3%. Рівноважна щільність складення дорівнює 1,38 г/см³, вологість в'янення – 7,8%, найменша вологоємність – 22,4%.

Режим зрошення забезпечував підтримання передполивного порогу зволоження під посівами кукурудзи на рівні 70% НВ в шарі ґрунту 0–50 см. Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи, а також загально визнані в Україні методики і методичні рекомендації [15, 16].

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідженням впливу різних систем основного обробітку на показники щільності складення темно-каштанового ґрунту встановлено її найменший рівень – 1,14 г/см³ у шарі ґрунту 0–40 см на

початку вегетації кукурудзи за чизельного обробітку на 28–30 см в системі різноглибинного безполицевого розпушування. На рівні оранки на 28–30 см в системі диференційованого обробітку ґрунту (контроль) цей показник складав 1,16 г/см³ (табл. 1).

Таблиця 1
Щільність складення шару ґрунту 0–40 см під посівами кукурудзи за різних систем основного обробітку, (середнє за 2009–2016 рр.), г/см³

Система, спосіб, глибина, прийом основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту см	Початок вегетації	Кінець вегетації
Диференційована, 28–30 см (о)	0–10	1,03	1,12
	10–20	1,15	1,24
	20–30	1,20	1,26
	30–40	1,25	1,35
	0–40	1,16	1,24
Безполицева мілка одно глибинна 12–14 см (д)	0–10	1,14	1,19
	10–20	1,32	1,38
	20–30	1,31	1,45
	30–40	1,28	1,35
	0–40	1,26	1,34
Безполицева різноглибинна, 28–30 см (ч)	0–10	0,94	1,00
	10–20	1,16	1,07
	20–30	1,19	1,16
	30–40	1,25	1,27
	0–40	1,14	1,13
No-till	0–10	1,25	1,25
	10–20	1,28	1,44
	20–30	1,32	1,42
	30–40	1,28	1,38
	0–40	1,28	1,37

Примітка: о – оранка, д – дисковий обробіток, ч – чизельний обробіток

Заміна глибокого чизельного обробітку дисковим розпушуванням на 12–14 см в системі мілкового одного глибинного обробітку збільшила щільність складення до 1,26 г/см³, що вище за контроль на 8,6%. Однак максимальна щільність складення за нульового обробітку ґрунту становить 1,28 г/см³, що перевищує контроль на 10,3%. Перед збиранням урожаю ґрунт ущільнився в середньому на 5,0% порівняно з початком вегетації, проте загальна тенденція стосовно способів основного обробітку збереглася. В цей час найменший рівень щільності складення в шарі ґрунту 0–40 см (1,13 г/см³) спостерігали за чизельного обробітку на 28–30 см в системі різноглибинного безполицевого обробітку, що менше за контроль на 9,7%. Використання дискового розпушування на 12–14 см на фоні мілкового безполицевого одноглибинного обробітку ґрунту викликало збільшення щільності складення до 1,34 г/см³, що перевищує контроль на 8,9%. Водночас максимальна щільність складення (1,37 г/см³) у досліді сформувалася за нульового обробітку ґрунту в сівозміні, що перевищує контроль на 10,5%.

Аналізуючи вплив способів, прийомів і глибини основного обробітку ґрунту за різних доз мінеральних добрив на забур'яненість посівів кукурудзи, встановлено її мінімальний рівень – 8,9 шт./м² з масою 28,7 г/м² у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см в системі різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту у сівозміні, що менше за контроль на 17,6 та 8,9% відповідно. Застосування дискового обробітку на 12–14 см в системі беззмінного мілкого одноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні спричинило збільшення забур'яненості до 15,6 шт./м² з масою бур'янів 46,0 г/м² (на 44,4 та 46,0% відповідно). Максимальний рівень забур'яненості посівів (20,3 шт./м²) із масою бур'янів 237,2 г/м² встановлено за системи No-till під кукурудзу на фоні тривалого його застосування в сівозміні, що перевищує контроль майже в 2 рази за кількістю бур'янів та в 7,5 рази за їхньою вегетативною масою (табл. 2).

Таблиця 2

Забур'яненість посівів кукурудзи за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту (середнє за 2009–2016 рр.)

Система, спосіб, глибина, прийом основного обробітку ґрунту (Фактор А)	Доза добрив (Фактор В)							
	N ₁₂₀ P ₄₀		N ₁₅₀ P ₄₀		N ₁₈₀ P ₄₀		Середнє (А)	
	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
Диференційована, 28–30 см (о)	6,7	15,7	9,5	33,3	16,2	45,5	10,8	31,5
Безполицева мілка одноглибинна 12–14 см (д)	10,5	35,2	15,2	46,7	21,0	56,2	15,6	46,0
Безполицева різноглибинна, 28–30 см (ч)	8,6	27,2	8,6	30,7	9,5	28,1	8,9	28,7
No-till	17,1	171,5	21,9	276,2	21,9	264,0	20,3	237,2
Середнє (В)	10,7	62,4	13,8	96,7	17,2	98,5		
НІР ₀₅ (А) – 0,9 шт./м ² ; 1,5 г/м ² НІР ₀₅ (В) – 4,2 шт./м ² ; 2,4 г/м ²								

Примітка: о – оранка; д – дисковий; ч – чизельний

На забур'яненість посівів також впливали системи удобрення. Так, у середньому за фактором В за системи удобрення із внесенням N₁₂₀P₄₀ + післяжнивні рештки забур'яненість посівів кукурудзи склала 10,7 шт./м² з масою бур'янів 62,4 г/м². Підвищення дози азотного добрива до N₁₅₀P₄₀ + післяжнивні рештки призвело до зростання забур'яненості на 29,0%, а вегетативної маси – на 55,0%. За максимальної дози азотного живлення N₁₅₀P₄₀ + післяжнивні рештки сформувався найбільший рівень забур'яненості – 17,2 шт./м² із масою бур'янів 98,5 г/м², що вище за контроль на 60,7 та 57,8% відповідно.

Згідно з вищенаведеними результатами сформувалась і продуктивність кукурудзи. Так, у середньому за фактором А застосування оранки на 28–30 см у системі диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні забезпечило формування врожайності кукурудзи на рівні 10,4 т/га. Заміна оранки глибоким чизельним обробітком на 28–30 см сприяла збільшенню врожайності на 0,4 т/га (за НІР₀₅ – 0,33 т/га).

Мінімальний рівень продуктивності (9,11 т/га) встановлено за сівби культури в попередньо необроблений ґрунт, що в середньому нижче за диференційований обробіток на 12,4% (табл. 3).

Таблиця 3

Урожайність кукурудзи за різних систем, способів і глибини основного обробітку ґрунту та доз добрив (середнє за 2009–2016 рр.), т/га

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку ґрунту (А)	Система удобрення (В)			Середнє по фактору А
		N ₁₂₀ P ₄₀	N ₁₅₀ P ₄₀	N ₁₈₀ P ₄₀	
Диференційована	28–30 (о)	9,89	10,44	10,87	10,40
Безполицева мілка одноглибинна	12–14 (д)	9,65	10,29	10,75	10,23
Безполицева різноглибинна	28–30 (ч)	10,22	10,74	11,44	10,80
No-till		8,84	9,14	9,34	9,11
Середнє по фактору В		9,65	10,15	10,60	
НІР ₀₅ (А) – 0,33 т/га; НІР ₀₅ (В) – 0,24 т/га					

Примітка: о – оранка, д – дисковий обробіток, ч – чизельне розпушування

За дози добрив N₁₂₀P₄₀ з використанням післяжнивних решток урожайність кукурудзи в середньому за фактором В склала 9,65 т/га. Застосування дози N₁₅₀P₄₀ збільшило продуктивність культури на 0,5 т/га або 5,2% (за НІР₀₅ – 0,24 т/га), а найбільша врожайність (10,60 т/га) отримана за дози N₁₈₀P₄₀ на фоні дії післяжнивних решток, що більше за контроль на 0,95 т/га (на 9,8%). Найвища врожайність кукурудзи в досліді (11,44 т/га) сформована у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні та внесення добрив у дозі N₁₈₀P₄₀. Приріст урожаю при цьому склав 1,22 т/га (за НІР₀₅ 0,33 т/га).

Висновки. Найменший показник щільності складення шару ґрунту 0–40 см (1,14 г/см³) встановлено за чизельного обробітку на 28–30 см в системі різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні. Максимальні його значення (1,28 г/см³) відповідали варіанту із системою No-till. За чизельного розпушування на 28–30 см визначено мінімальний рівень забур'яненості – 8,9 шт./м² з вегетативною масою бур'янів 28,7 г/м², що менше за контроль (оранка на 28–30 см в системі диференційованого основного обробітку ґрунту в сівозміні) на 17,6 та 8,9% відповідно. Проведення сівби кукурудзи в попередньо необроблений ґрунт на фоні тривалого застосування системи No-till у сівозміні збільшувало забур'яненість посівів кукурудзи за кількістю бур'янів майже вдвічі та в 7,5 рази – за їхньою вегетативною масою. Найвища урожайність кукурудзи в досліді (11,44 т/га) була сформована у варіанті чизельного розпушування на 28–30 см в системі безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні та внесення добрив у дозі N₁₈₀P₄₀ з використанням післяжнивних решток. Приріст урожаю при цьому склав 1,22 т/га (за НІР₀₅ – 0,33 т/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Циліорик О. І. Ефективність мінімального обробітку ґрунту під кукурудзу в умовах Північного Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 2 (40). С. 5–9.

2. Мальярчук М. П., Котельніков Д. І., Шепель А. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних способів обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 44–45.

3. Мальярчук М. П., Котельніков Д. І. Вплив різної глибини та способу основного обробітку на агрофізичні показники та врожайність зерна кукурудзи. *Техніка і технології АПК*. 2015. № 5(68). С. 35–36.

4. Циков В. С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена. Днепропетровск : ВАТ “Заря”, 2003. С. 80–90.

5. Малієнко А. М., Кирилюк А. П. Агротехнічні заходи контролю бур’янового ценозу у посівах кукурудзи на зерно. *Вісник Житомир. нац. агроєколог. ун-ту*. 2012. № 2(1). С. 95–102.

6. Масик І. М., Захарченко Е. А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник ХНАУ*. 2017. № 1. С. 147–154.

7. Медведев В. В. Перспективи мінімалізації обробітки ґрунту в Україні. *Агроном*. 2007. № 4. С. 134–141.

8. Круть В. М., Бенедичук Н. Ф., Швець Ю. А. Плоскорезна обробітка ґрунту під кукурудзу. *Кукуруза*. 1979. № 10. С. 18–19.

9. Марущак А. М., Тиш М. А., Шевчук І. І. Особливості обробітку ґрунту під кукурудзу в умовах зональної технології її вирощування. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2015. № 23(2). С. 158–167.

10. Савченко В. О., Кобак С. Я., Панасюк О. Я. Вплив обробітку ґрунту та співвідношення посівів сої і кукурудзи в короткочастотних сівозмінах на щільність ґрунту в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 3. С. 23–31.

11. Бикін А. В., Тарасенко О. В. Вплив удобрення на продуктивність кукурудзи за прямої сівби. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. № 3. С. 1–8.

12. Мальярчук М. П., Марковська О. С., Лопата Н. П. Продуктивність кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив в сівозміні на зрошенні Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 47–51.

13. Скалій І. М. Вплив систем основного обробітку ґрунту в сівозміні на урожайність зерна кукурудзи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія агрономія. 2012. Вип. 176. С. 144–148.

14. Markovska O., Maliarchuk M., Maliarchuk V., Ivaniv M., Dudchenko V. Modelling of humus balance under different systems of basic tillage and soil fertilization in crop rotations. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10(5). С. 291–295.

15. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костоґриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ : Дія, 2005. 288 с.

16. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навч. посіб. / Ушкаренко В. О. та ін. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.