

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇЇ ЧАСТКИ В СІВОЗМІНІ ТА УДОБРЕННЯ

МАЩЕНКО Ю.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-7965-0193

Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук України

СОКОЛОВСЬКА І.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4256-8852

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Не враховуючи регіональні і глобальні зміни клімату, степовий край завжди відносився до зони з високим температурним режимом та дефіцитом опадів. Значні площі посіву кукурудзи в Україні зосереджені саме в зоні Степу. Зі зміною структури посівних площ, скороченням ротацій сівозмін, виключенням з масового вирощування багатьох польових культур – кукурудза широко вирощується проте, продуктивність посівів має тенденцію до зниження. Враховуючи, що кукурудза має велике народно-господарське значення, високоврожайна культура і є світовим лідером по валових зборах зерна, стало актуальним питанням перед практиками і, особливо науковцями, розробити і впровадити нові елементи технологій вирощування кукурудзи з обґрунтуванням системи сівозмін та удобрення для умов сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кукурудза є однією з найбільш продуктивних культур універсального призначення. У світі 20 % зерна кукурудзи використовується для продовольчих потреб, приблизно 15–20 % – для технічних і на корм худобі – 60–65 % [4, 10, 11, 18, 22]. В нашій країні кукурудза є найважливішою культурою сільськогосподарського виробництва [13, 16]. За її рахунок тваринництво забезпечується концентрованими кормами, силосом і зеленою масою.

З давніх часів люди використовують кукурудзу як продовольчу культуру. У багатьох країнах світу (Китай, Індія, Мексика, Україна, Грузія) із зерна кукурудзи виготовляють різні традиційні національні хлібні вироби [19, 20].

Треба зазначити агротехнологічне значення кукурудзи в системі землеробства. Культура є гарним попередником у сівозміні, впливає на структуру ґрунту, сприяє зменшенню бур'янів тощо. Кукурудза найбільше з культурних рослин поглинає вуглекислого газу з повітря й виділяє кисень, ці процеси ефективніші, ніж у лісу аналогічної площі. Більш пізні строки посіву культури та збирання урожаю дозволяє ефективніше використовувати сільськогосподарську техніку. Тому, господарські цінні властивості кукурудзи гарантують її високий попит на світовому ринку [7].

Кукурудза, як просапна культура, має велике агротехнічне значення, вона є гарним попередником для ярих культур, а, за вчасного збирання, і для озимих. Але, зміни клімату та структури сівозмін вносять свої корективи у загальній системі землеробства [6, 14].

Кращими попередниками кукурудзи вважаються культури, які залишають великі запасами вологи та

поживних речовин у ґрунті, не виділяють речовини, які здатні затримувати ріст і розвиток культури.

Найвищі врожаї в зоні Степу, де переважають родючі чорноземні ґрунти, отримують після озимої пшениці, попередниками якої були багаторічні трави або чорний пар. Крім озимої пшениці гарним попередниками для кукурудзи на зерно є зернобобові, овочеві і баштанні культури, картопля та гречка. Кукурудза на силос і зелений корм розміщується після ярих зернових, соняшнику або в повторних посівах кукурудзи. Але, значення попередника для кукурудзи зменшується за використання сучасних технологій, забезпечення рослин поживними речовинами у достатній кількості [6, 15].

Оскільки сучасні сівозміни включають досить обмежений набір культур – пшеницю озиму, кукурудзу, соняшник, інколи – ріпак озимий і сою, то досить складно підібрати оптимальні попередники для кукурудзи [2, 17].

На родючих ґрунтах за достатнього удобрення і високій культурі землеробства кукурудзу можна вирощувати в повторних посівах протягом 3–4 років [3].

Вирощують кукурудзу і в монокультурі. Такі сівозміни можна використовувати на чорноземах протягом 6–10 років, але за умови внесення органічних добрив. На менш родючих ґрунтах цей період становить 3–5 років. за умов оптимального удобрення та належного догляду кукурудза може десятки років рости на одному місці, давати стабільні та високі врожаї, не призводячи до погіршення родючості ґрунтів [3, 12].

Не завжди у ґрунті міститься достатня кількість всіх необхідних елементів, які необхідні для повноцінного росту і розвитку рослин кукурудзи. Додаткове внесення добрив може допомогти виправити цей недолік. Для досягнення оптимальних результатів врожайності та продуктивності культури необхідно правильно підібрати види та норми добрив, способи їх внесення. Надмірне використання добрив може призвести до перевантаження ґрунту поживними речовинами, що може негативно вплинути на рослини. Важливо, також, враховувати кліматичні умови, тип, стан ґрунту та інші фактори, які можуть впливати на ефективність використання конкретних агротехнологічних прийомів [1, 5, 8, 9, 21].

Обраний нами напрямок наукових досліджень присвячений актуальній проблемі вирощування кукурудзи з різним насичення нею сівозміни на фоні різного удобрення та спрямований на удосконалення нових та існуючих елементів технології що дасть відповіді на питання в галузі землеробства та рослинництва.

Мета. Встановити рівень врожайності та продуктивності кукурудзи залежно від насичення сівозмін культуурою та систем удобрення. Встановити вплив сівозмінного фактору на продуктивність кукурудзи залежно від удобрення.

Об'єктом досліджень були системи удобрення та сівозміни з насиченням кукурудзою на зерно до 50 та на 100 %.

Матеріали і методи досліджень. В Інституті сільськогосподарства Степу НААН у стаціонарному досліді лабораторії землеробства проводяться дослідження з вирощування кукурудзи на зерно у короткочасних сівозмінах з насиченням кукурудзою на зерно в двопільній зерно-просапній сівозміні та беззмінно. Повторність триразова, площа посівної ділянки 105,9 м². Основний обробіток ґрунту – відвальна оранка на глибину 25–27 см. Висівали гібрид кукурудзи ДК Велес. Метод обліку врожаю суцільний поділянковий з наступним перерахунком на 1 га та 14 % вологість зерна. Отримані експериментальні дані обробляли методом дисперсійного аналізу.

В досліді фактором А виступало насичення сівозмін кукурудзою на зерно до 50 % (зерно-просапна сівозміна: 1. кукурудза на зерно; 2. соняшник) та вирощування кукурудзи беззмінно. Фактором В були системи удобрення: контроль (без добрив), мінеральна система N₄₀P₄₀K₄₀ та органо-мінеральна – N₄₀P₄₀K₄₀ + побічна продукція соняшника.

Застосовували польовий метод досліджень – для спостережень та математично-статистичний – для встановлення достовірності отриманих результатів.

Важливим показником, який в зоні Північного Степу має вирішальний вплив на урожайність ярих культур є гідро-термічний коефіцієнт. Формування продуктивності кукурудзи протягом 2019–2020 рр. відбувалося в посушливих умовах. Гідротермічний коефіцієнт за період активної вегетації кукурудзи в травні – вересні 2019 р. склав 0,67, а 2020 р. – 0,75. Водночас, через дуже нерівномірний розподіл опадів у літні місяці, показники ГТК коливалися 2019 р. на рівні 0,26–0,84, тоді як за більш жорсткої літньої посухи 2020 р. – 0,13–0,52. Середня температура повітря перевищила норму на 4,2°, склавши 21,8 °С, а сума ефективних температур повітря понад +10° склала 1802 °С та сума активних (понад +10°) температур – 3332 °С, що на 637° більше норми.

Найбільш сприятливими були погодні умови (за коефіцієнтом ГТК) в 2021 році. В травні та червні ГТК становив 1,68, в серпні – 1,18, у вересні – 1,59. В період з травня по вересень 1,37, що на 0,37 вище норми.

Погодні умови періоду проведення досліджень 2022 р. були недостатньо сприятливими для отримання високих показників продуктивності кукурудзи. Гідро-термічний показник за травень був на рівні 1,04, в червні – 0,78, в липні – 0,22, в серпні – 0,85, у вересні – 1,58. В період вегетації кукурудзи він становив 0,84 (за норми 1,0).

Аналізуючи гідротермічний коефіцієнт періоду вегетації встановлено, що в травні він становив 0,33 (норма 0,95), в червні – 0,67 (норма 1,18),

в липні – 0,66 (норма 1,16), в серпні – 0,45 (норма 0,80) та у вересні – 0,07 (норма 0,86). Середній показник ГТК за травень – вересень був на рівні 0,45, що у 2,2 рази менше норми. Такі складні умови в період росту, розвитку та формування генеративних органів рослин пізньої ярої групи негативно позначилися на рівні урожайності. Отже, погодні умови періоду вирощування пізніх ярих культур 2023 р. в цілому були сухими та недостатньо сприятливими для отримання високих показників урожайності.

Таким чином, погодні умови у роки проведення досліджень були не достатньо сприятливими для отримання високих показників урожайності кукурудзи на зерно.

Результати досліджень. За результатами п'ятирічних досліджень врожайності кукурудзи нами було встановлено, що частка культури в сівозміні та система удобрення впливали на рівень цього показника.

Вищу врожайність мала кукурудза за вирощування її в сівозміні із 100 % насичення культуурою, і на фоні без внесення добрив отримували 3,25 т/га зерна. Введення в сівозміну соняшника і зменшення насиченості сівозміни до 50 % призводило до зниження рівня врожайності кукурудзи до 3,03 т/га, різниця становила 0,22 т/га, за НІР₀₅ (фактор А) = 0,35 т/га, вона була не істотною.

Застосування в сівозмінах з різним насиченням кукурудзи мінеральної системи удобрення забезпечило найбільший приріст врожаю кукурудзи. Так, за 100 % насичення сівозміни культуурою врожайність складала 3,96 т/га, тоді як в сівозміні, де кукурудза вирощувалася через рік, – була на рівні 3,62 т/га. Але за рахунок внесення мінеральних добрив в сівозміні приріст врожайності кукурудзи в монокультурі збільшилася на 0,34 т/га, тобто був істотний (табл. 1).

Слід зазначити, що за органо-мінеральної системи удобрення в сівозмінах із різним насиченням кукурудзою показники врожайності кукурудзи були вищі, ніж за мінеральної: за 50 % насичення культуурою – 3,95 т/га, за 100 % насичення – 3,99 т/га. Але інтенсивність дії поживних решток кукурудзи була значно меншою, ніж мінеральних добрив, і приріст врожаю в даному варіанті був найменший – 0,04 т/га.

Більш істотно, ніж фактор сівозміна, визначала рівень врожайності кукурудзи система удобрення. За беззмінного вирощування культури використання мінеральних добрив забезпечувало збільшення врожайності кукурудзи на 0,86 т/га порівняно до варіанту без внесення добрив, що складало 3,96 т/га. Застосування органо-мінеральної системи удобрення підвищувало урожайність кукурудзи до 3,99 т/га, але приріст становив лише 0,03 т/га.

У сівозміні, яка на 50 % насичена кукурудзою, інтенсивність дії мінеральної системи удобрення була меншою – +0,59 т/га, або 19,5 % до варіанту без внесення добрив. Але використання мінеральних добрив в комплексі з поживними рештками соняшнику забезпечувало найбільший приріст врожаю кукурудзи – +0,92 т/га, або 25,4 %. Не зважаючи на це, сівозміна з насиченням культуурою на 50 % за врожайністю кукурудзи все ж таки поступалася монокультурі.

Таблиця 1

Урожайність кукурудзи залежно від її частки в сівозміні та системи удобрення

Частка в сівозміні, фактор А	Система удобрення, фактор В	Середнє за 2019-2023 рр.	Різниця за фактором А		Різниця за фактором В	
			т/га	%	т/га	%
50 %	Без добрив	3,03	–	–	–	–
	Мінеральна	3,62	–	–	0,59	19,5
	Органо-мінеральна	3,95	–	–	0,92	25,4
100 %	Без добрив	3,25	0,22	6,10	–	–
	Мінеральна	3,96	0,34	11,10	0,71	21,8
	Органо-мінеральна	3,99	0,04	1,00	0,74	18,6

HIP₀₅ A=0,35; B=0,43; AB=0,60

Таблиця 2

Вихід зернових одиниць кукурудзи залежно від її частки в сівозміні та удобрення

Частка в сівозміні, фактор А	Система удобрення, фактор В	Середнє за 2019-2023 рр.	Різниця за фактором А		Різниця за фактором В	
			т/га	%	т/га	%
50 %	Без добрив	3,66	–	–	–	–
	Мінеральна	4,38	–	–	0,72	19,6
	Органо-мінеральна	4,78	–	–	1,11	25,4
100 %	Без добрив	3,93	0,27	6,1	–	–
	Мінеральна	4,79	0,41	11,2	0,86	21,9
	Органо-мінеральна	4,82	0,05	1,0	0,89	18,6

HIP₀₅ A=0,42; B=0,52; AB=0,73

Таблиця 3

Вихід кормових одиниць кукурудзи залежно від її частки в сівозміні та удобрення

Частка в сівозміні, фактор А	Система удобрення, фактор В	Середнє за 2019-2023 рр.	Різниця за фактором А		Різниця за фактором В	
			т/га	%	т/га	%
50 %	Без добрив	5,51	–	–	–	–
	Мінеральна	6,59	–	–	1,08	19,6
	Органо-мінеральна	7,18	–	–	1,67	25,4
100 %	Без добрив	5,91	0,40	6,1	–	–
	Мінеральна	7,20	0,61	11,1	1,29	21,9
	Органо-мінеральна	7,25	0,07	1,0	1,34	18,6

HIP₀₅ A=0,63; B=0,78; AB=1,10

В сівозмінах із різним насичення кукурудзою продуктивність культури за вмістом зернових одиниць істотно не відрізнялася. Так, за 50 % насичення сівозміні культуурою на фоні без добрив вихід зернових одиниць був на рівні 3,66 т/га, за 100 % насичення – 3,93 т/га, різниця складала всього 0,27 т/га або 6,1 % (HIP₀₅ = 0,2 т/га) (табл. 2).

Найбільш істотним було збільшення виходу зернових одиниць за використання мінеральної системи удобрення, і за вирощування кукурудзи в монокультурі отримали на 0,41 т/га або 12,2 % продукції більше, ніж у сівозміні із насиченням кукурудзою 50 %. За органо-мінеральної системи удобрення приріст урожаю зернових одиниць складав лише 0,05 т/га або 1,0 %.

Слід зазначити, що системи удобрення по різному впливали на продуктивність кукурудзи залежно від

її частки в сівозміні. Так, за мінеральної системи удобрення приріст зернових одиниць у сівозміні із насиченням культуурою 50 % складав 0,72 т/га або 19,6 %, що забезпечило збір продукції на рівні 4,38 т/га. За органо-мінеральної отримували на 1,11 т/га або 25,4 % зернових одиниць більше і дія цієї системи удобрення в даному варіанті була найефективнішою.

У сівозміні, яка на 100 % складалася із кукурудзи, більший приріст зернових одиниць також забезпечувала органо-мінеральна система удобрення, +0,89 т/га або 18,6 %. Але різниця дії мінеральною та органо-мінеральною системами удобрення в цій сівозміні складала всього 0,03 т/га.

Фактори сівозміна та система удобрення мали подібну тенденцію що до впливу на формування врожаю кормових одиниць кукурудзи (табл. 3).

Таблиця 4

Вихід перетравного протеїну кукурудзи залежно від її частки в сівозміні та удобрення

Частка в сівозміні, фактор А	Система удобрення, фактор В	Середнє за 2019-2023 рр.	Різниця за фактором А		Різниця за фактором В	
			т/га	%	т/га	%
50 %	Без добрив	0,33	–	–	–	–
	Мінеральна	0,39	–	–	0,07	20,2
	Органо-мінеральна	0,42	–	–	0,10	30,1
100 %	Без добрив	0,35	0,03	7,1	–	–
	Мінеральна	0,43	0,03	10,4	0,08	21,5
	Органо-мінеральна	0,43	0,01	1,5	0,08	21,5

$HIP_{05} A=0,04; B=0,05; AB=0,07$

Більший вихід кормових одиниць відмічали за беззмінного вирощування кукурудзи – 5,91 т/га. Введення в сівозміну соняшнику призводило до зниження даного показника продуктивності кукурудзи, отримали 5,51 т/га кормових одиниць, але за $HIP_{05} = 0,63$ т/га, це зменшення було не істотним. Використання мінеральної або органо-мінеральної системи удобрення також істотно не змінило різницю між показниками збору кормових одиниць з урожаю кукурудзи в різних сівозмінах. Але, все ж таки, більший вплив мали мінеральні добрива, за рахунок їх дії продуктивність кукурудзи за вирощування її в монокультурі збільшилася на 0,61 т/га або 11,1 %, тоді як разом з органічними рештками цей показник збільшився всього на 0,05 т/га.

Найбільш інтенсивно використовувала кукурудза поживні речовини з ґрунту за вирощування її в монокультурі. Внесення мінеральних добрив в цій сівозміні сприяло збільшенню збору кормових одиниць на 1,29 т/га або 21,9 % порівняно до варіанту без внесення добрив, і отримували 7,20 т/га продукції. За органо-мінеральної системи збільшення даного показника було на 1,34 т/га або 18,6 %, різниці до мінеральної складала лише 0,05 т/га.

У сівозміні із насиченням кукурудзою 50 % більший приріст врожаю кормових одиниць отримали за органо-мінеральної системи удобрення, +1,67 т/га або 25,4 %, внесення лише мінеральних добрив забезпечувало збільшувало продуктивність культури в наших дослідках на 0,08 т/га або 19,6 %. Використання кукурудзою поживних решток соняшника найбільше сприяло збільшенню рожаю кормових одиниць з урожаю кукурудзи.

Основним фактором, який визначав вміст протеїну в зерні кукурудзи була система удобрення.

Вихід перетравного протеїну з урожаю кукурудзи за роками досліджень був в межах 0,33–0,43 т/га, у сівозміні з насичення кукурудзою 50 % цей показник був в межах 0,33–0,42 т/га, за вирощування в монокультурі – 0,35–0,43 т/га.

За збільшення насиченості сівозміни кукурудзою до 100 % збір перетравного протеїну дещо підвищувався на 0,35 т/га, але порівняно до сівозміни з насиченням 50 % різниця становила 0,03 т/га, проте, за $HIP_{05} = 0,04$ т/га вона була неістотною (табл. 4).

Застосування мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення в цій сівозміні однаково впливало на

продуктивність кукурудзи за виходом протеїну, 0,43 т/га, + 0,7 т/га до варіанту без добрив.

За вирощування кукурудзи на одному полі через рік, органо-мінеральна система забезпечували більший приріст протеїну, +0,1 т/га і це на 5,0 % більше ніж за внесення лише мінеральних добрив.

Висновки. Збільшення частки кукурудзи в сівозміні з 50 % до 100 % істотно не впливало на різницю показників врожайності та продуктивності культури. Використання мінеральних добрив та органічних решток попередника в сівозмінах з різним насичення кукурудзою підсилювало дію фактору сівозміни.

Вищу врожайність кукурудзи отримували в сівозміні з насиченням культурою 100 % за використання органо-мінеральної системи удобрення, 3,99 т/га, приріст врожаю порівняно до сівозміни з 50 % насиченням складав всього 0,04 т/га. Вирощування кукурудзи на фоні органо-мінеральної системи удобрення сприяло отриманню найбільших прибавок врожайності, які за беззмінного вирощування кукурудзи становили 0,74 т/га, або 18,6 % а у сівозміні з насиченням кукурудзою до 50 % – 0,92 т/га або 25,4 %.

Більшим вихід зернових, кормових одиниць та перетравного протеїну був за вирощування кукурудзи в монокультурі та органо-мінеральної системи удобрення – 4,82 т/га, 7,25 т/га та 0,43 т/га відповідно.

Вирощування кукурудзи на зерно в двопільній зерно-просапній сівозміні після соняшнику не доцільно. Дослідженнями встановлено, що рослини кукурудзи формують вищу продуктивність в беззмінних посівах, особливо, на удобреному фоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Biswas D. K., Ma B. L. Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. *Can J Plant Sci.* 2016. Vol. 403. P. 392–403. <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0186>
2. Dan M. Klugera, Art B. Owena, David B. Lobellb. Combining randomized field experiments with observational satellite data to assess the benefits of crop rotations on yields. *Environ. Res. Lett.* 2022. 17 044066. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6083>
3. Edleusa P. Seide, Lucas A. Mendes, Jandre M. S. Corn Yield in Monoculture and Intercropped with Cover Plants and Aggregates Stabilit. *European Journal of*

- Agriculture and Food Sciences*. Vol 4. Issue 2. March, 2022. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2022.4.2.426>
4. Harpinder Sandhu, Nadia El-Hage Scialabba, Chris Warner, et al. Evaluating the holistic costs and benefits of corn production systems in Minnesota, US. *Scientific Reports*. 2020. 10:3922 | <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60826-5>.
 5. Marchezan C., Paulo A., Ferreira A., Leandro S., et al. Nitrogen Availability and Physiological Response of Corn After 12 Years with Organic and Mineral Fertilization. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2020. Vol. 20 (3). P. 979–989. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00185-2>
 6. Monica Saavoss, Tom Capehart, William McBride, Anne Efland. Trends in Production Practices and Costs of the U.S. Corn Sector. *Economic Research Service. Economic Research Report*. Number 294. July 2021. 35 p. <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/101722/err-294.pdf?v=2482.5>
 7. Mykola Korchak, Serhii Yermakov, Vasyl Maisus, Serhiy et al. Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. *E3S Web of Conferences* 154, 01009 (2020). ICORES 2019. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401009>
 8. Peter Sexton. Chapter 9: Crop Rotations Can Increase Corn Profitability and Reduce Pests. *Extension.sdstate.edu*. 2019, *South Dakota Board of Regents*. <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2019-09/S-0003-09-Corn.pdf>
 9. Stasiv O., Olifir Y. Formation of Corn Productivity in Crop Rotation Depending on Long-Term Fertilization and Liming. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech*. 2021. Vol. 358 (57) 1. P. 29–40.
 10. Іванюк В. Гнатів П. Оліфір Ю. Вплив азотних добрив на формування врожаю зерна кукурудзи. *Вісник Львівського національного екологічного університету. Серія «Агрономія»*. № 26 (2022). Агрохімія та ґрунтознавство. 170–176. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.170>
 11. Кабанець В. М., Собко М. Г. Особливості вирощування кукурудзи на зерно в умовах північно-східного Лісостепу України. *Сад. Інститут сільського господарства Північного Сходу*, 2022. 48 с.
 12. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. Під загальною редакцією Д. Шпаара. Київ. Альфа-стевія ЛТД. 2009. 396 с.
 13. Лень О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 2. 2021. 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06>
 14. Месель-Веселяк В. Я. Виробництво зернових культур в Україні: потенційні можливості. *Економіка АПК*. 2018. № 5. С. 5–14. http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_ark_2018_5_3
 15. Осокіна Н. М. Технологічні властивості зерна гібриду кукурудзи ПР39Б58. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. №. 86 (1). С. 37–43.
 16. Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. *Вінниця, ТОВ «Друк»*. 2020. 536 с.
 17. Приходько В. О., Полторецький С. П., Білоножко В. Я. Еколого-біологічні основи підбору компонентів для змішаних посівів кормових культур. *Вісник Черкаського університету*. 2019. № 2. 63–73. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-63-73>
 18. Рибка В. Кукурудза у короткочастотній соєвій сівозміні. *Агрономія*. 2016. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/666-kukurudza-u-korotkorotatsiinii-soievii-sivozmini.html>
 19. Семенда Д. К., Семенда О. В., Семенда О. В. Сучасний стан та шляхи підвищення економічної ефективності виробництва зерно кукурудзи. *Агросвіт*. 2020. № 3. 43–49. [https://doi.org/10.32702/2306\\$6792.2020.3.43](https://doi.org/10.32702/2306$6792.2020.3.43)
 20. Шаповаленко О. І., Рибчинський Р. С., Кустов І. О. Технологічна характеристика зерна кукурудзи. *Одеська національна академія харчових технологій*. Наукові праці, 2019. Том 83, Випуск 2. 39–43. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v2i83.1531>
 21. Шутенко, Є. І. Технологія круп'яного виробництва: навчальний посібник. Київ. Освіта України, 2010. 272 с.
 22. Якунін О. П. Кукурудза харчова (технологічні аспекти вирощування). *Вінниця. Нілан*, 2016. 207 с.

REFERENCES:

1. Biswas D. K., Ma B. L. (2016). Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. *Can J Plant Sci*. 2016. Vol. 403. P. 392–403. <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0186>
2. Dan M. Klugera, Art B. Owena, David B. Lobellb (2022). Combining randomized field experiments with observational satellite data to assess the benefits of crop rotations on yields. *Environ. Res. Lett*. 2022. 17 044066. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6083>
3. Edleusa P. Seide, Lucas A. Mendes, Jandreii M. Stein (2022). Corn Yield in Monoculture and Intercropped with Cover Plants and Aggregates Stabilit. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*. Vol 4. Issue 2. March, 2022. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2022.4.2.426>
4. Harpinder Sandhu, Nadia El-Hage Scialabba, Chris Warner, et al. (2020). Evaluating the holistic costs and benefits of corn production systems in Minnesota, US. *Scientific Reports*. 2020. 10:3922 | <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60826-5>.
5. Ivaniuk V., Hnativ P., Olifir Yu. (2022). Vplyv azotnykh dobryv na formuvannia vrozhaui zerna kukurudzy. [The impact of nitrogen fertilizers on the formation of maize grain yield]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ekolohichnoho universytetu*. Seriiia «Ahronomiia». № 26 (2022). Ahrokhimiia ta hruntoznavstvo. 170–176. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.170> [in Ukrainian].
6. Kabanets V. M., Sobko M. H. (2022). Osoblyvosti vyroshchuvannia kukurudzy na zerno v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Peculiarities of growing corn for grain in the conditions of the north-eastern forest-steppe of Ukraine]. *Sad. Instytut silskoho hospodarstva Pivnichnoho Skhodu*. 2022. № 26. [in Ukrainian].
7. Kukurudza. Vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia. (2009). [Corn. Cultivation, harvesting, preservation and use]. Pid zahalnoiu redaktsiieiu D. Shpaara. Kyiv. Alfa-steviiia LTD. 2009. 396 p. [in Ukrainian].

8. Len O. I., Totskyi V. M., Hanhur V. V., Yermenko L. S. (2021). Vplyv systemy udobrennia ta osnovnoho obrobitku gruntu na produktyvnist hibrydiv kukurudzy. [The influence of the fertilization system and the main tillage on the productivity of corn hybrids]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. № 2. 2021. 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06> [in Ukrainian].
9. Marchezan C., Paulo A., Ferreira A., Leandro S., et al. (2020). Nitrogen Availability and Physiological Response of Corn After 12 Years with Organic and Mineral Fertilization. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2020. Vol. 20 (3). P. 979–989. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00185-2>
10. Mesel-Veseliak V. Ya. (2018). Vyrobnystvo zernovykh kultur v Ukraini: potentsiini mozhyvosti. [Production of grain crops in Ukraine: potential opportunities]. *Ekonomika APK*. 2018. № 5. 5–14. http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2018_5_3 [in Ukrainian].
11. Monica Saavoss, Tom Capehart, William McBride, Anne Effland (2021). Trends in Production Practices and Costs of the U.S. Corn Sector. *Economic Research Service. Economic Research Report*. Number 294. July 2021. 35 p. <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/101722/err-294.pdf?v=2482.5>
12. Mykola Korchak, Serhii Yermakov, Vasyl Maisus, Serhiy et al. (2020). Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. *E3S Web of Conferences* 154, 01009 (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015401009>
13. Osokina N. M. (2014). Tekhnolohichni vlastyvoli zerna hibrydu kukurudzy PR39B58. [Technological properties of corn hybrid PR39B58]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnogo universytetu sadivnytstva*. 2014. № 86 (1). 37–43. [in Ukrainian].
14. Palamarchuk V. D., Didur I. M., Kolisnyk O. M., Aliksieiev O. O. (2020). Aspekty suchasnoi tekhnolohii vyroshchuvannia vysokokrokhmalnoi kukurudzy v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. [Aspects of the modern technology of growing high-starch corn in the conditions of the right-bank forest-steppe]. Vinnytsia, TOV «Druk». 2020. 536 p. [in Ukrainian].
15. Peter Sexton. (2019). Chapter 9: Crop Rotations Can Increase Corn Profitability and Reduce Pests. *Extension.sdstate.edu*. 2019, *South Dakota Board of Regents*. <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2019-09/S-0003-09-Corn.pdf>
16. Prykhodko V. O., Poltoretskyi S. P., Bilonozhko V. Ya. (2019). Ekoloho-biologichni osnovy pidboru komponentiv dlia zmishanykh posiviv kormovykh kultu. [Ecological and biological basis of selection of components for mixed crops of fodder crops]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu*. 2019. № 2. 63–73. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-63-73> [in Ukrainian].
17. Rybka V. (2016). Kukurudza u korotkorotatsiinii soievii sivozmini. [Corn in a short-rotation soybean crop rotation]. *Ahronomiia*. 2016. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/666-kukurudza-u-korotkorotatsiinii-soievii-sivozmini.html> [in Ukrainian].
18. Semenda D. K., Semenda O. Vs., Semenda O. V. (2020). Suchasnyi stan ta shliakhy pidvyshchennia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnystvazerna kukurudzy. [The current state and ways of increasing the economic efficiency of grain corn production]. *Ahrosvit*. 2020. № 3. 43–49. [https://doi.org/10.32702/2306\\$6792.2020.3.43](https://doi.org/10.32702/2306$6792.2020.3.43) [in Ukrainian].
19. Shapovalenko O. I., Rybchynskyi R. S., Kustov I. O. (2019). Tekhnolohichna kharakterystyka zerna kukurudzy. [Technological characteristics of corn grain]. *Odeska natsionalna akademiia kharchovykh tekhnolohii. Naukovi pratsi*, 2019. Tom 83, Vypusk 2. 39–43. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v2i83.1531> [in Ukrainian].
20. Shutenko, Ye. I. (2010). Tekhnolohiia krupianoho vyrobnystva: navchalnyi posibnyk. [Cereal production technology: a study guide]. Kyiv. Osvita Ukrainy, 2010. 272 p. [in Ukrainian].
21. Stasiv O., Olifir Y. (2021). Formation of Corn Productivity in Crop Rotation Depending on Long-Term Fertilization and Liming. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech*. 2021. Vol. 358 (57) 1. P. 29–40.
22. Yakunin O. P. (2016). Kukurudza kharchova (tekhnolohichni aspekty vyroshchuvannia). [Edible corn (technological aspects of cultivation)]. Vinnytsia. Nilan, 2016. 207 p. [in Ukrainian].

Мащенко Ю.В., Соколовська І.М. Продуктивність кукурудзи залежно від її частки в сівозміні та удобрення

Значні площі посіви кукурудзи в Україні зосереджені саме в зоні Степу не зважаючи на те, що степовий край завжди відносився до зони з високим температурним режимом та дефіцитом опадів. Враховуючи зміни структури посівних площ, використання у господарствах короткоротаційних сівозмін, скорочення переліку сільськогосподарських культур, кукурудза залишається основною культурою, але продуктивність посівів має тенденцію до зниження. Таким чином, стало актуальним питанням перед практиками і, особливо науковцями, розробити і впровадити нові елементи технології вирощування кукурудзи з обґрунтуванням системи сівозмін та удобрення для умов сьогодення.

Метою наших досліджень було встановити рівень врожайності та продуктивності кукурудзи залежно від насичення сівозміни культурою та систем удобрення. Дослідити вплив сівозмінного фактору на продуктивність кукурудзи залежно від удобрення.

Польові дослідження з вирощування кукурудзи на зерно проводилися у стаціонарному досліді лабораторії землеробства в двопільній зерно-просапній сівозміні та беззмінно та базі Інституту сільського господарства Степу НААН. В досліді фактором А виступало насичення сівозмін кукурудзою на зерно до 50 % (зерно-просапна сівозміна: 1. кукурудза на зерно; 2. соняшник) та вирощування кукурудзи беззмінно. Фактором В були системи удобрення: контроль (без добрив), мінеральна система $N_{40}P_{40}K_{40}$ та органо-мінеральна – $N_{40}P_{40}K_{40}$ + побічна продукція соняшника.

Вища врожайність кукурудзи формувалася в сівозміні з насиченням культурою 100 % за використання органо-мінеральної системи удобрення, 3,99 т/га, приріст врожаю порівняно до сівозміни з 50 % насиченням складав всього 0,04 т/га. Вирощування кукурудзи на фоні органо-мінеральної системи удобрення сприяло отриманню найбільших приростів врожайності, які за беззмінного вирощування кукурудзи становили 0,74 т/га, або 18,6 % а у сівозміні з насиченням куку-

рудзою до 50 % – 0,92 т/га або 25,4 %. Більшим вихід зернових, кормових одиниць та перетравного протеїну був за вирощування кукурудзи в монокультурі та органіно-мінеральній системі удобрення – 4,82 т/га, 7,25 т/га та 0,43 т/га відповідно. Вирощування кукурудзи на зерно в двоцільній зерно-просапній сівозміні після соняшнику не доцільно. Дослідженнями встановлено, що рослини кукурудзи формують вищу продуктивність в беззмінних посівах, особливо, на удобреному фоні.

Ключові слова: кукурудза, сівозміна, насичення сівозміни кукурудзою, система удобрення, урожайність, продуктивність.

Mashchenko Yu.V., Sokolovska I.M. Corn productivity depending on its share in crop rotation and fertilization

Significant areas of corn cultivation in Ukraine are concentrated in the Steppe zone, despite the fact that the steppe region has always been characterized by high temperature regimes and a lack of precipitation. Taking into account changes in the structure of crop areas, the use of short rotation crop rotations on farms, and a reduction in the list of agricultural crops, corn remains the main crop, but its productivity tends to decrease. Therefore, it has become an urgent issue for practitioners and especially scientists to develop and implement new elements of corn cultivation technologies with a justification of crop rotation and fertilization systems for today's conditions.

The purpose of our research was to establish the level of corn yield and productivity depending on the saturation of crop rotation with corn and fertilization systems. To study

the impact of crop rotation on corn productivity depending on fertilization.

Field studies on corn cultivation for grain were conducted in a stationary experiment at the agriculture laboratory in a two-field grain-row rotation crop and in monoculture at the base of the Institute of Steppe Agriculture of NAAS. In the study, Factor A was the saturation of crop rotation with corn for grain up to 50 % (grain-row crop rotation: 1. corn for grain; 2. sunflower) and corn cultivation in monoculture. Factor B was the fertilization systems: control (without fertilizers), mineral system N40P40K40, and organic-mineral system N₄₀P₄₀K₄₀ + sunflower by-products.

The highest corn yield was formed in a crop rotation with 100 % saturation with crops using the organic-mineral fertilization system, 3.99 t/ha, with a yield increase compared to a crop rotation with 50 % saturation of only 0.04 t/ha. Corn cultivation against the background of the organic-mineral fertilization system contributed to the highest yield increases, which, compared to monoculture corn cultivation, were 0.74 t/ha, or 18.6 %, and in a crop rotation with corn saturation up to 50 % – 0.92 t/ha, or 25.4 %. A higher output of yield grain, feed units, and digestible protein was obtained from corn cultivation in monoculture and the organic-mineral fertilization system – 4.82 t/ha, 7.25 t/ha, and 0.43 t/ha respectively. Cultivating corn for grain in a two-field grain-row crop rotation after sunflower is not advisable. Research has shown that corn plants produce higher productivity in monoculture plantings, especially on fertilized backgrounds.

Key words: corn, crop rotation, saturation of crop rotation with corn, fertilization system, yield, productivity.