

УДК 631.582.5:631.8:633.853.52

Мащенко Ю. В.

кандидат сільськогосподарських наук,
завідувач науково-технологічним відділом збереження родючості ґрунтів,
Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук України
Кропивницький, Україна
E-mail: mawenko2015@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7965-0193

Соколовська І. М.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Кропивницький, Україна
E-mail: marketing-kiarv@ukr.net
ORCID: 0000-0003-4256-8852

Ткач А. Ф.

науковий співробітник сектору землеробства,
Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук України
Кропивницький, Україна
E-mail: atkas3646@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8230-2691

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇЇ ЧАСТКИ В СІВОЗМІНІ
ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ****Анотація**

Упровадження у виробництво соєвих сівозмін короткої ротації та використання на добриво побічної продукції рослинництва є актуальним питанням землеробства. Нині у світі створені програми підвищення родючості ґрунту для забезпечення потреб культури належною кількістю поживних речовин. Однак питання ефективного застосування побічної продукції різних культур на добриво за умови її поєднання з мінеральними добривами в короткоротаційних сівозмінах за різних систем землеробства в зоні замалоого зволоження Північного Степу України дотепер вивчені мало, а тому потребують більш детального дослідження.

Урожайність сої в сівозмінах короткої ротації визначається рівнем насичення сівозміни культурою й удобренням. Істотно вищий рівень урожаю сої набував свого максимального значення у класичній зерно-паро-просапній сівозміні за органо-мінеральної системи удобрення та становив у середньому за п'ять років досліджень 2,54 т/га. Установлено, що середня врожайність сої, у зерно-паро-просапній сівозміні № 1 з насиченням соєю 20% була найбільша та становила 2,35 т/га. Сівозмінний чинник, залежно від системи удобрення, забезпечив приріст урожаю сої по попереднику пшениці озимій від 0,43 до 0,75 т/га. Збільшення концентрації сої в сівозміні призводило до отримання меншої врожайності, так, у зерно-просапній сівозміні № 2 недобір урожаю сої до зерно-паро-просапної сівозміни № 1 становив 0,56 т/га, а в зерно-просапній сівозміні № 3 – 0,62 т/га. У сівозміні з максимальним насиченням соєю (60%) найбільший приріст урожайності забезпечувало застосування органо-мінеральної системи удобрення – 0,76 т/га (55,7%).

Установлено, що різні системи удобрення та різна концентрація сої в сівозмінах справляють вплив на її продуктивність. Найбільший збір зернових одиниць був у зерно-паро-просапній сівозміні з насиченням соєю до 20%, 3,97–4,78 т/га. Із збільшенням концентрації сої в сівозміні отримували істотний недобір за виходом зернових одиниць, який був найменший у зерно-просапній сівозміні з насиченням соєю 60%. Істотно більший вихід зернових одиниць був у зерно-просапній сівозміні (соя 60%) із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення (+1,42 т/га, або 55,7% щодо варіанта без добрив). Найбільші збори кормових одиниць і перетравного протеїну були за вищого виходу сої в зерно-паро-просапній сівозміні з насиченням соєю до 20% на тлі органо-мінеральної системи удобрення, 3,69 і 0,81 т/га відповідно.

Отже, упровадження в господарствах сівозмін із насичення соєю 20% без використання добрив або зерно-просапних сівозмін із насичення соєю 60% із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення дає можливість отримати врожайність культури на рівні 2,11 т/га. Найбільшу продуктивність, за зборами зернових (4,78 т/га) і кормових одиниць (4,12 т/га) і перетравного протеїну (0,81 т/га) отримали за вищого виходу сої з використанням зерно-паро-просапної сівозміни з концентрацією сої 20% за органо-мінеральної системи удобрення.

Ключові слова: продуктивність, сівозміна, насиченість сівозміни соєю, система удобрення, урожайність.

Вступ. Проблемою розроблення короткоротаційних сівозмін із різним насиченням соєю та використання на добриво побічної продукції рослинництва цікавляться багато вітчизняних і зарубіжних учених. Однак питання ефективного застосування побічної продукції різних культур на добриво за умови її поєднання з мінеральними

туками та сидератами в короткоротаційних сівозмiнах за рiзних систем землеробства в зонi слабкого зволоження Пiвнiчного Степу України дотепер вивчені не досить, а тому потребують бiльш детального дослідження.

Сою (*Glycine max*) є однією з найцiннiших, універсальних і важливих з поживного погляду бобових культур у всьому світі [5; 15].

Соєві боби все частіше використовуються як сучасний вибiр споживачiв. Вони в основному використовуються як проміжні продукти харчування, корми та промислові ресурси, а не кiнцеві споживчі продукти, тому залишаються дещо непомiтними в економіці. Лише 2 % соєвого бiлка споживається людьми безпосередньо у формi соєвих харчових продуктів. Інші 98 % переробляються на соєвий шрот і згодуються худобі, наприклад птиці та свиням. Отже, попит на сою є по сутi похiдним попитом на м'ясо [14; 15].

Склад насiння сої та його основні компоненти, шрот і олія, є рушійною силою виробництва рослинництва, яке з 1987 р. зросло майже на 350 %. Соєвий шрот тiсно пов'язаний із постачанням продуктів харчування через пряме споживання їжі та непряме споживання як велике джерело корму для худоби. Соєва олія забезпечує велику універсальність використання у продуктах харчування та напоях, воску, будiвництві, косметиці, пластмасі та паливі. Однак, оскiльки все бiльше споживачiв шукають рослинний бiлок у своєму раціоні, соєві продукти стануть глобальною життєздатною альтернативою тваринному бiлку. Оскiльки апетит до сої зрiс і змiнився, науковi розробки також покращили виробництво сої за допомогою агрономiчних, управлiнських і генетичних методiв для задоволення попиту. Окрім того, соєві боби є iнгредiєнтами для сотень хiмiчних продуктів [6].

Виробництво сої займає приблизно 6 % орних земель світу. Розширення посiвiв сої відбувається набагато швидше, ніж iнших основних зернових або олійних культур. Як і iнші бобові, рослина додає азот у ґрунт за допомогою азотфіксуючих бактерiй та iсторично була важливою культурою для збагачення ґрунту, хоча ця практика не є загальноприйнятою в бiльшостi промислових систем сiльського господарства [16].

Видiлено багато важливих агротехнiчних методiв, які використовуються у виробництві сої. Культуру можна вирощувати в рiзних середовищах, за допомогою рiзноманiтних практик управлiння та для широкого кола кiнцевих користувачiв [15].

Нині у світі створені програми пiдвищення родючостi ґрунту для забезпечення потреб культури належною кiлькiстю поживних речовин. Це дає можливість виробникам пiдвищити врожайність і ефективність вирощування сої, а також мiнiмізує негативний вплив на навколишнє середовище [1–3; 9; 17].

Правильне внесення добрив є одним із головних чинникiв отримання високого врожаю, але нерозумне застосування неорганiчних добрив без органiчних добавок спричиняє забруднення навколишнього середовища, погiршує фiзичні, хiмiчні та бiологiчні властивостi ґрунту [7; 8; 12; 13].

Тому визначення оптимальних норм унесення мiнеральних добрив у поєднанні з органiчними рештками в умовах Пiвнiчного Степу України є актуальним питанням виробництва сої.

Поставлену проблему ефективно розв'язувати в бiльш широкому та довгостроковому плані. Практика правильної сiвозміни є основоположним елементом сучасного землеробства. Сiвозмiна може забезпечити прийнятний рiвень ризику в умовах мiнливостi клімату та ринку; належну кiлькiсть залишкiв для захисту ґрунту від ерозiї; запобiгти накопиченню бур'янів, шкiдникiв і хвороб; визначити терміни та кiлькiсть вирощуваних культур із наявністю ресурсiв (волога, довжина перiоду вегетації, обладнання тощо).

Значна роль в оптимізації вирощування сiльськогосподарських культур у зоні Степу та пiдвищенні родючостi ґрунтiв належить упровадженню короткоротаційних сiвозмiн із рiзним насиченням бобовими та системним застосуванням у них добрив. Нині особисті селянські та фермерські господарства не можуть освоювати багатопiльні сiвозміни. Окремі господарства мають переважно вузьку спеціалізацію, невеликий набiр культур, тому в них часто допускаються беззмiнні посiви. Окрім того, для освоєння багатопiльних сiвозмiн необхідно мати бiльш широкий комплекс машин для вирощування великого набору культур. Усе це, безумовно, змушує землевласникiв iти на бiльш вузьку спеціалізацію з веденням землеробства на основі короткоротаційних сiвозмiн [10; 11; 14; 18; 19; 20].

Отже, постає потреба розроблення нових схем, які вирiзняються високим ступенем насичення сiвозмiн високородуктивними культурами, широким діапазоном доз і співвiдношень основних елементiв живлення в системі удобрення iнтенсивної зернової сiвозміни з короткою ротацією. Реальний і ефективний шлях призупинення деградації чорноземiв – цiлеспрямоване використання як добрив побiчної продукції рослинництва (солома злакових і бобових культур, стебла кукурудзи та соняшнику) та сидератiв у поєднанні з iншими чинниками iнтенсифікації.

Мета роботи. Установити рiвень продуктивності й урожайності сої залежно від її частки в сiвозміні та системи удобрення.

Польові дослідження проводили протягом 2018–2022 рр. на полях сектору землеробства Інституту сiльського господарства Степу НААН. Закладка дослiду – методом рендомiзованих повторень.

Дослiд був закладений у 2005 р. на вирiвняних за природною родючістю та рельєфом ділянках.

Сою вирощували в рiзних короткоротаційних сiвозмiнах по попереднику пшениці озимій.

Дослiд двофакторний. Фактор А – короткоротаційні сiвозміни з рiзним насиченням соєю. Фактор В – системи удобрення: 1. Без добрив; 2. Мiнеральна система удобрення ($N_{40}P_{40}K_{40}$); 3. Органо-мiнеральна система удобрення, яка включала повне мiнеральне добриво ($N_{40}P_{40}K_{40}$) та побiчну продукцію попередника (пшениці озимі).

Технологія вирощування сої в сівозмiнах загальноприйнята для зони, окрім прийомiв, якi вивчалися.

Загальна технологiя вирощування така: основний обробiток ґрунту розпочинали з дворазового лушення стернi. Перше лушення проводили на глибину 6–8 см, а друге – на 8–10 см через 2–3 тижнi пiсля першого (за появи сходiв бур'яниiв).

Восени проводили вiдвальну оранку на глибину 25–27 см. Передпосiвний обробiток ґрунту складався з культивуацiї на глибину вiд 5 до 8 см. За необхідностi хiмiчного захисту посiвiв вiд бур'яниiв застосовували ґрунтовий i страховий гербициди в рекомендованих дозах.

Догляд за посiвами складався з пiсляпосiвного коткування. Боротьбу зi шкiдниками та хворобами проводили вiдповiдно до наявних для Степу рекомендацiй.

Закладку та проведення дослiдiв здiйснювали згiдно з методиками польових дослiджень.

Виклад основного матерiалу дослiдження. Нами було встановлено, що в сівозмiнах з рiзним ступенем насичення соєю пiдвищення врожайностi культури забезпечували додатковi поживнi речовини, якi визначалися системами удобрення. Внесення мiнеральних добрив сприяло зростанню врожайностi сої на 0,29 т/га (13,8 %) у сівозмiнi з насиченням соєю до 20 %, на 0,31 т/га (20,6 %) – у зерно-просапнiй сівозмiнi № 2 з насиченням соєю 40 %, у сівозмiнi № 3 (60 % сої) було отримано додатково 0,36 т/га (26,8 %) сої (табл. 1).

Таблиця 1. Урожайнiсть сої по попереднику пшеницi озимiй залежно вiд її частки в сівозмiнi, т/га

Сiвозмiна, фактор А	Система удобрення, фактор В	Середнє 2018–2022 рр.	Рiзниця до сівозмiни № 1 (фактор А)		Рiзниця за системами удобрення (фактор В)	
			т/га	%	т/га	%
Зерно-паро-просапна № 1 (20 % сої)	Без добрив	2,11	–	–	–	–
	Мiнеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	2,40	–	–	0,29	13,8
	Органо-мiнеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П. П.	2,54	–	–	0,43	20,4
	Середнє	2,35	–	–	–	–
Зерно-просапна № 2 (40 % сої)	Без добрив	1,51	–0,61	–28,7	–	–
	Мiнеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,82	–0,59	–24,5	0,31	20,6
	Органо-мiнеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	2,06	–0,48	–18,9	0,56	36,9
	Середнє	1,79	–	–	–	–
Зерно-просапна № 3 (60 % сої)	Без добрив	1,36	–0,75	–35,7	–	–
	Мiнеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,72	–0,68	–28,4	0,36	26,8
	Органо-мiнеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	2,11	–0,43	–16,8	0,76	55,7
	Середнє	1,73	–	–	–	–
НП ₀₅	Фактор А	0,16	–	–	–	–
	Фактор В	0,16	–	–	–	–
	Взаємодiя АВ	0,29	–	–	–	–

Установлено суттєвий прирiст урожайностi в разi застосування органо-мiнеральної системи удобрення в сівозмiнах з рiзним насиченням соєю. За внесення N₄₀P₄₀K₄₀ на тлi поживних решток попередньої культури прибавка до врожаю становила 0,43 т/га (20,4 %) у зерно-паро-просапнiй сівозмiнi № 1. Бiльший прирiст урожаю – 0,56 т/га (36,9 %) – отримали в сівозмiнi з насиченням соєю 40 %. Найбiльше пiдвищення врожайностi сої було зафiксоване в зерно-просапнiй сівозмiнi № 3 з концентрацiєю культури 60 % – 0,76 т/га (55,7 %).

Вища врожайнiсть сої була отримана за органо-мiнеральної системи удобрення в зерно-паро-просапнiй сівозмiнi № 1 (20 % сої) – 2,54 т/га. Насичення сівозмiн соєю до 40 та 60 % негативно впливало на врожайнiсть культури. За результатами п'ятирiчних дослiджень на вказаних сівозмiнах втрачали 0,61 т/га i 0,75 т/га сої вiдповiдно.

Варто зазначити, що негативний вплив чинника сівозмiни знижувався з пiдвищенням концентрацiї сої до 40 та 60 % завдяки застосуванню мiнеральних добрив на тлi поживних решток попередньої культури. Застосування органо-мiнеральної системи удобрення в сівозмiнi з насиченням соєю 60 % забезпечило врожайнiсть культури на рiвнi зерно-паро-просапної сівозмiни (20 % сої) без внесення добрив – 2,11 т/га.

Отже, внесення додаткових поживних речовин пiд посiви сої у формi мiнеральних добрив i оргiнiчних решток попереднiх культур давало можливiсть пiдвищити врожайнiсть сої в сівозмiнах з насиченням 20, 40 i 60 % i зменшити негативний вплив чинника концентрацiї культури в сівозмiнi.

Одним з головних чинникiв об'єктивної оцiнки сівозмiнного чинника та рiзного удобрення є рiвень продуктивностi. Необхiдно вiдмитити, що негативну дiю сівозмiнного чинника значною мiрою можна зменшити, а його позитивнi сторони посилити застосуванням ступеня насиченостi сівозмiн соєю та за допомогою рiзних систем удобрення. Установлено, що рiзнi системи удобрення та рiзна концентрацiя сої в сівозмiнах впливають на продуктивнiсть сої.

Так, у нашому дослiдi найбiльший збiр зернових одиниць був у зерно-паро-просапнiй сівозмiнi № 1 з насиченням соєю до 20 % i становив вiд 3,97 т/га у варiантi без добрив до 4,78 т/га у варiантi органо-мiнеральної системи удобрення (табл. 2). Також доведено, що зi збiльшенням концентрацiї сої в сівозмiнi отримували iстотний

недобір за виходом зернових одиниць, який був найменший у зерно-просапній сівозміні № 3, а різниця з варіантом сівозміни № 1 становила 1,42 т/га, або 50,1 %.

Таблиця 2. Продуктивність сої по попереднику пшениці озимій залежно від її частки в сівозміні, середнє за 2018–2022 рр.

Сівозміна, фактор А	Система удобрення, фактор В	Збір з гектара сівозмінної площі, т		
		Зернові одиниці	Кормові одиниці	Перетравний протеїн
Зерно-паро-просапна № 1 (20 % сої)	Без добрив	3,97	3,42	0,67
	Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	4,52	3,89	0,76
	Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	4,78	4,12	0,81
	<i>Середнє</i>	4,42	3,81	0,75
Зерно-просапна № 2 (40 % сої)	Без добрив	2,83	2,44	0,48
	Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,41	2,94	0,58
	Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	3,88	3,34	0,66
	<i>Середнє</i>	3,37	2,91	0,57
Зерно-просапна № 3 (60 % сої)	Без добрив	2,55	2,2	0,43
	Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,24	2,79	0,55
	Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	3,97	3,42	0,67
	<i>Середнє</i>	3,25	2,80	0,55
НР ₀₅	Фактор А	0,31	0,27	0,05
	Фактор В	0,31	0,27	0,05
	Взаємодія АВ	0,54	0,46	0,09

Установлено істотно більший вихід зернових одиниць у разі використання мінеральної й органо-мінеральної системи удобрення за всіх досліджуваних сівозмін, найбільша різниця була встановлена в зерно-просапній сівозміні № 3 у варіанті органо-мінеральної системи удобрення, яка щодо варіанта без добрив становила 1,42 т/га, або 55,7 %.

Доведено залежність збору кормових одиниць і перетравного протеїну від сівозмінного чинника та систем удобрення. Найбільші збори кормових одиниць і перетравного протеїну були в разі вирощування сої в зерно-паро-просапній сівозміні № 1 з насиченням соєю до 20 % на тлі органо-мінеральної системи удобрення, які становили 3,69 та 0,81 т/га відповідно. Також встановлено, що суттєво менші прибавки за вказаними показниками отримали з найменшою концентрацією сої в сівозміні, тобто сівозмінний фактор деякою мірою нівелював дію систем удобрення і сприяв отриманню найбільших прибавок за мінеральної й органо-мінеральної систем удобрення в сівозміні № 3 з насиченням соєю до 60 % за кормовими одиницями на 0,59 та 1,22 т/га і за перетравним протеїном – на 0,12 і 0,24 т/га відповідно.

Отже, продуктивність сої суттєво залежала від сівозмінного чинника (частки сої в сівозміні) та від системи удобрення. Найбільших зборів за зерновими (4,78 т/га) та кормовими одиницями (4,12 т/га) і перетравним протеїном (0,81 т/га) отримали в зерно-паро-просапній сівозміні № 1 із насиченням соєю до 20 % за органо-мінеральної системи удобрення.

Висновки. Урожайність сої в сівозмінах короткої ротації визначається рівнем насичення сівозміни культурою та системами удобрення. Істотно вищий рівень урожаю сої набував свого максимального значення в зерно-паро-просапній сівозміні за органо-мінеральної системи удобрення і становив у середньому за п'ять років досліджень 2,54 т/га. Установлено, що середня врожайність сої в зерно-паро-просапній сівозміні № 1 з насиченням соєю 20 % була найбільша та становила 2,35 т/га. Сівозмінний фактор, залежно від системи удобрення, забезпечив приріст урожаю сої по попереднику пшениці озимій від 0,43 до 0,75 т/га. Збільшення концентрації сої в сівозміні призводило до отримання меншої врожайності, так, у зерно-просапній сівозміні № 2 недобір урожаю сої до зерно-паро-просапної сівозміни № 1 становив 0,56 т/га, а в зерно-просапній сівозміні № 3 – 0,62 т/га. У сівозміні з максимальним насиченням соєю (60 %) найбільший приріст урожайності забезпечувало застосування органо-мінеральної системи удобрення – 0,76 т/га (55,7 %). Упровадження в господарствах сівозмін із насичення соєю 20 % без використання добрив або за зерно-просапної сівозміни з насиченням соєю 60 % із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення дає можливість отримати врожайність культури на рівні 2,11 т/га. Продуктивність сої суттєво залежала від сівозмінного чинника та системи удобрення. Найбільших зборів за зерновими (4,78 т/га) та кормовими одиницями (4,12 т/га) і перетравним протеїном (0,81 т/га) отримали за вирощування сої в зерно-паро-просапній сівозміні № 1 за органо-мінеральної системи удобрення.

Список використаних джерел

1. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern soybean varieties / R.R. Bender et al. *Agronomy Journal*. 2015. № 107 (2). P. 563–573. URK: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US202000167910>.
2. Nutrient management practices for enhancing soybean (*Glycine max L.*) production / A. Farid et al. *Acta biol. Colomb.* 2013. № 18 (2). P. 239–250. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028011013.pdf>.
3. Ferguson R.B. EC06-155 nutrient management for agronomic crops in Nebraska. *Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension*. 2006. P. 121–126.

4. Goldsmith P.D. Economics of Soybean Production, Marketing, and Utilization. Soybeans: Chemistry, Production, Processing, and Utilization. 2008. P. 117–150. DOI: 10.1016/B978-1-893997-64-6.50008-1.
5. Crops that feed the World 2. Soybean-worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests / G.L. Hartman et al. Food Security. 2011. № 3 (1). P. 5–17. DOI: 10.1007/s12571-010-0108-x.
6. Hymowitz T, Singh R.J. Taxonomy and speciation. *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*. 2nd ed. Madison, (Agronomy). WI : ASA, CSSA, SSSA, 1987.
1. 7. Staton Michael, Steinke Kurt. Phosphorus and potassium fertilizer recommendations for high-yielding, profitable soybeans. *Michigan State University Extension*. March 12, 2021. URL: https://www.canr.msu.edu/news/phosphorus_and_potassium_fertilizer_recommendations_for_high_yielding_prof.
7. Nabiev T.N., Asrorov A.J. Efficiency of the application of mineral fertilizers on the productivity of soy and mung bean (mash) in the conditions of the sogd region of the republic of Tajikistan. *E3S Web of Conferences*. 2021. 254. 05014. DOI: 10.1051/e3sconf/202125405014.
8. Managing inputs for peak production / J.H. Orf et al. *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*. 3rd ed. (Agronomy). Madison, WI : ASA, CSSA, SSSA, 2004. P. 451–525.
9. Pedersen P., Lauer J.G. Soybean growth and development response to rotation sequence and tillage system. *Agron*. 2004. J. 96. P. 1005–1012.
10. Ustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean–wheat system of the Indian Himalayas / Ranjan Bhattacharyya et al. January *European Journal of Agronomy*. 2008. № 28 (1). P. 33–46. DOI: 10.1016/j.eja.2007.04.006.
11. The effect of organic fertilizers on growth several varieties of soybeans / M. Rizwan et al. *International Seminar on Agriculture, Biodiversity, Food Security and Health*. IOP Conf. Series “Earth and Environmental Science”. IOP Publishing, 2021. 883. 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/883/1/012051.
12. Şahane Funda Arslanoglu. The effects on the root and plant development of soybean of organic fertilizer applications. *Bioscience Journal*. 2022. Vol. 38. e38036. DOI: 10.14393/BJ-v38n0a2022-60382.
13. Sexton P. A look at crop rotation and soybean production. *SDSU Extension Soybeans: Best Management Practices for Soybean Production*. 2013. South Dakota State University, Brookings, SD. URL: <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2020-03/S-0004-04-Soybean.pdf>.
14. Soybean Production, Versatility, and Improvement / Zachary Shea et al. *Legume Crops*. Submitted: November 22nd, 2019. Reviewed: February 16th, 2020. Published: March 19th, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.91778.
15. Soybean Production, Versatility, and Improvement / Zachary Shea et al. *From the edited volume Legume Crops*. Submitted: November 22nd, 2019. Reviewed: February 16th, 2020. Published: March 19th, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.91778.
16. Effects of rhizobia inoculation and nitrogen fertilization on photosynthetic physiology of soybean / X.-J. Zhou et al. *Photosynthetica*. 2006. № 44 (4). P. 530–535. URL: <https://ps.ueb.cas.cz/pdfs/phs/2006/04/04.pdf>.
17. Андрієнко А.Л., Мащенко Ю.В. Вплив різного насичення сівозмін соєю на її продуктивність. *Агроном*. 2011. № 1. С. 140.
18. Ефективність короткоротаційних сівозмін при різних системах удобрення у зоні недостатнього зволоження Правобережного Степу України / Ю.В. Мащенко та ін. *Зернові культури*. 2022. № 1. С. 169–176.
19. Вплив систем удобрення та мікробних препаратів на продуктивність сої при різному насиченні нею сівозмін / Ю.В. Мащенко та ін. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 133–138.

Mashchenko Yu. V.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Head of the Scientific and Technological Department of Soil Fertility Conservation,
Institute of Steppe Agriculture of the National Academy of Sciences
Kropyvnytskyi, Ukraine*

E-mail: mawenko2015@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7965-0193

Sokolovska I. M.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of Crop Production and Agricultural Engineering,
Kherson State Agrarian and Economic University
Kropyvnytskyi, Ukraine*

E-mail: marketing-kiapv@ukr.net

ORCID: 0000-0003-4256-8852

Tkach A. F.

*Researcher of the Agriculture Sector,
Institute of Steppe Agriculture of the National Academy of Sciences
Kropyvnytskyi, Ukraine*

E-mail: atkac3646@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8230-2691

THE PRODUCTIVITY OF THE SOY DEPENDING ON ITS PART IN THE CROPS AND FERTILIZATION SYSTEM IN THE CONDITIONS OF NORTH STEPPE

Abstract

The implementation in the production of the soy crops of short rotation and using fertilizers is the actual question of the agriculture. Nowadays there are some programs that can increase the soil fertility. But, the question of effective use of by-products

of different crops in the conditions of its combination with the mineral fertilizers in the short crop rotations in the zones of dampness shortage of the North steppe of Ukraine are still not learnt, that's why they need to be explored.

Soy crop capacity in the short crop rotation is defined by the level of saturation in the crops. Greatly higher level of the soy crops had the maximum marks in the classic grain-steam-row crop rotation by organic-mineral system of fertilizers and was 2,53 tons per hectare for 5 years. Defined that the average soy crop capacity in the grain-steam-row crop rotation № 1 with the soy saturation of 20% was the greatest and was 2,35 tons per hectare. Crop rotation factor depending on the fertilizing system, provided the increase of crop productivity of soy by the previous winter wheat from 0,43 to 0,75 t/h. The augmentation of concentration of soy in the crops lead to having less crop productivity, in the grain-steam-row № 2 was the shortage of soy to grain-steam-row crop rotation № 1 and was 0,56 t/h and in the grain-steam-row crop rotation № 3 was 0,62 t/h. In the crop rotation with the highest saturation of soy (60%) the biggest augmentation provided using organic-mineral system of fertilizers 0,76 t/h (55,7%).

Defined, that different types of fertilizers and different concentration of soy in the crop rotations influence its productivity. The biggest gather of grain units was in grain-steam-row crop rotation with the soy saturation up to 20% 3,97–4,78 t/h. With the increase of soy concentration in the crops received the great shortage in the grain units, which was the lowest in the grain-row crop rotation with the soy saturation of 60%. Greatly bigger outcome of grain units was in the grain-row crop rotation (soy 60%) with using organic-mineral fertilization system (+1,42 t/h or 55,7% compared to the example without fertilizers). The biggest gathers of fodder units and digestible protein were by growing soy in the grain-steam-row crop rotation with the saturation of soy up to 20% at the background of organic-mineral system of fertilizers 3,69 and 0,81.

Thus, the implementation in the agriculture the crops with soy saturation of 20% without using fertilizers or grain-row crop rotations with saturation of 60% and using organic-mineral system of fertilizers gives an opportunity to have the crop productivity of 2,11 t/h. The biggest productivity was 4,78 t/h, forded units 4,12 t/h and digestible protein 0,81 t/h, received by growing soy in the grain-steam-row crop rotation with soy concentration of 20% with organic-mineral fertilizing system.

Key words: productivity, crop rotation, soy saturation, fertilizing system, crop productivity.

References

1. Andrienko, A.L., Matchenko, U.V. (2011). Vplyv riznogo nasychennya sivozmin soeu na produktyvnist [The influence of different saturation of soybean crop rotations on its productivity]. *Agronom.* 2011. P. 140 [in Ukrainian].
2. Bender, R.R., Haegerle, J.W., Below, F.E. (2015). Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern soybean varieties. *Agronomy Journal.* 2015. № 107 (2). P. 563–573. URL: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US202000167910>.
3. Farid A. Hellal Ph. D., Magdi T. Abdelhamid, Ph. D. (2013). Nutrient management practices for enhancing soybean (*Glycine max L.*) production. *Acta biol. Colomb.* 2013. № 18 (2). P. 239–250. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028011013.pdf>.
4. Ferguson, R.B. (2006). EC06-155 nutrient management for agronomic crops in Nebraska. *Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension.* 2006. P. 121–126.
5. Goldsmith, P.D. (2008). Economics of Soybean Production, Marketing, and Utilization. Soybeans: Chemistry, Production, Processing, and Utilization. P. 117–150. DOI: 10.1016/B978-1-893997-64-6.50008-1.
6. Hartman, G.L., West, E.D., Herman, T.K. (2011). Crops that feed the World 2. Soybean-worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Security.* № 3 (1). P. 5–17. DOI: 10.1007/s12571-010-0108-x.
7. Hymowitz, T., Singh, R.J. (1987). Taxonomy and speciation. *Soybeans: Improvement, Production, and Uses.* 2nd ed. Madison (Agronomy). WI : ASA, CSSA, SSSA, 1987.
8. Matchenko, U.V., Andrienko, A.L., Semenyaka, I.M., Andrienko, O.O. (2011). Vplyv system udobrennya ta mikrobynyh preparativ na produktyvnist soi pry riznomu nasycheni neu sivozmin [The influence of fertilization systems and microbial preparations on the productivity of soybeans at different saturation with it in crop rotations]. *Buleten instytutu zernovogo gospodarstva.* 2011. № 40. P. 133–138 [in Ukrainian].
9. Matchenko, U.V., Grygoreva, O.M., Cheryachukin, M.I., Semenyaka, I.M. (2022). Efektyvnist korotkorotatsiynyh sivozmin pry riznyh systemah udobrennya u zoni nedostatnogo zvolodgennya pravoberednogo Stepy Ukrainy [Effectiveness of short-rotational crop rotations with different fertilization systems in the zone of insufficient hydration of the right-bank steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury.* 2020. № 1. P. 169–176 [in Ukrainian].
10. Staton Michael, Steinke Kurt (2021). Phosphorus and potassium fertilizer recommendations for high-yielding, profitable soybeans. *Michigan State University Extension.* March 12, 2021. URL: https://www.canr.msu.edu/news/phosphorus_and_potassium_fertilizer_recommendations_for_high_yielding_profi.
11. Nabiev, T.N., Asorov, A.J. (2021). Efficiency of the application of mineral fertilizers on the productivity of soy and mung bean (mash) in the conditions of the sogd region of the republic of Tajikistan. *E3S Web of Conferences.* 2021. 254, 05014. DOI: 10.1051/e3sconf/202125405014.
12. Orf, J.H., Diers, B.W., Boerma, H.R. (2004). Managing inputs for peak production. *Soybeans: Improvement, Production, and Uses.* 3rd ed. (Agronomy). Madison, WI : ASA, CSSA, SSSA, 2004. P. 451–525.
13. Pedersen, P., Lauer, J.G. (2004). Soybean growth and development response to rotation sequence and tillage system. *Agron. J.* 96. P. 1005–1012.
14. Ranjan Bhattacharyya, Kundu S., Ved Prakash, Gupta H.S. (2004). Ustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rainfed soybean–wheat system of the Indian Himalayas. *January European Journal of Agronomy.* 2008. № 28 (1). P. 33–46. DPO: 10.1016/j.eja.2007.04.006.
15. Rizwan, M., Dalimunthe, M., Pasaribu, A., Satriawan, H. (2021). The effect of organic fertilizers on growth several varieties of soybeans. *International Seminar on Agriculture, Biodiversity, Food Security and Health.* IOP Conf. Series “Earth and Environmental Science”. IOP Publishing, 2021. 883. 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/883/1/012051.
16. Şahane Funda Arslanoglu. The effects on the root and plant development of soybean of organic fertilizer applications. *Bioscience Journal.* DOI: 10.14393/BJ-v38n0a2022-60382.

-
17. Sexton P. (2013). A look at crop rotation and soybean production. *SDSU Extension Soybeans: Best Management Practices for Soybean Production*. South Dakota State University, Brookings, SD. URL: <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2020-03/S-0004-04-Soybean.pdf>.
18. Zachary Shea, William M. Singer, Bo Zhang. Soybean Production, Versatility, and Improvement. *Legume Crops*. DOI: 10.5772/intechopen.91778.
19. Zachary Shea, William M., Singer and Bo Zhang (2020). Soybean Production, Versatility, and Improvement. *From the edited volume Legume Crops*. Submitted: November 22nd, 2019. Reviewed: February 16th, 2020. Published: March 19th, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.91778.
20. Zhou, X.-J., Liang, Y., Chen, H., Shen, S.-H., Jing, Y.-X. (2006). Effects of rhizobia inoculation and nitrogen fertilization on photosynthetic physiology of soybean. *Photosynthetica*. 2006. № 44 (4). P. 530–535. URL: <https://ps.ueb.cas.cz/pdfs/pbs/2006/04/04.pdf>.