

## ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ПРИ РІЗНОМУ НАСИЧЕННІ НЕЮ СІВОЗМІН

*А. Л. Андрієнко, І. М. Семеняка, О. О. Андрієнко, кандидати сільськогосподарських наук;  
Ю. В. Мащенко*

*Кіровоградський інститут агропромислового виробництва НААН України*

*Узагальнено результати досліджень з впливу погодних умов на ріст і розвиток рослин сої залежно від систем удобрення та збільшення частки цієї культури в структурі посівних площ в умовах північного Степу України. Встановлено, що у зерно-просапній сівозміні з насиченням соєю до 40 %, порівняно з зерно-паро-просапною сівозміною відмічалось зниження насінневої продуктивності культури при органо-мінеральній системі удобрення – на 2,8–4,3 %, а з насиченням соєю сівозміни до 60 % – на 6,6–10,7 % при всіх системах, що досліджувалися.*

**Ключові слова:** *соя, продуктивність, сівозміни, удобрення, мікробні препарати.*

Подальший розвиток агропромислового комплексу України неможливий без оптимізації співвідношення земельних угідь як основи їх охорони й відновлення. На землях, що перебувають в інтенсивному обробітку, треба докорінно змінити структуру посівних площ у сівозмінах таким чином, аби вирощування в них польових культур супроводжувалося поліпшенням родючості ґрунтів.

Науково-обґрунтоване чергування культур у сівозміні передбачає, з одного боку, правильний підбір сприятливих для вирощування культур попередників, а з іншого – оптимальне насичення сівозмін одновидовими культурами з врахуванням допустимої періодичності вирощування їх у полях сівозміни. При такій побудові сівозміна максимально виконує основну біологічну функцію – фітосанітарну і дає можливість уникнути зайвого застосування хімічних засобів захисту рослин. У ній порівняно з беззмінними посівами ураженість рослин хворобами і шкідниками зменшується у 2–4 рази [1].

Зернобобові культури сприяють поліпшенню біологічних процесів у ґрунті за рахунок розкладання кореневих та стерньових решток, що сприяє підвищенню ферментативної активності та спроможності наступних культур сівозміни використовувати малорозчинні поживні речовини [2]. Дослідженнями В. П. Орлова, А. П. Лосєва [3], Н. І. Мільто [4] встановлено, що після збирання бобових культур у ґрунті збільшується вміст фосфору та калію порівняно з колосовими.

Накопичений у коренях бобових культур і вивільнений після їх відмирання кальцій цементує ґрунт, покращує його структуру. Після розкладання коренів бобових в ґрунті залишаються пори, які поліпшують доступ води і повітря в глибокі шари ґрунту, що сприяє кращому росту коріння наступних культур.

Соя здатна засвоювати азот з повітря і накопичувати його у ґрунті – до 100 кг/га [5, 6], тому значно підвищується вміст білка як в її врожаях, так і культур, для яких вона буде попередником. У зв'язку з цим соя є цінною рослиною в сівозміні, оскільки сприяє підвищенню родючості ґрунту, а звідси – і загальній продуктивності рослинництва [7–9].

Польові дослідження проводили протягом 2007–2009 рр. в лабораторії землеробства Кіровоградського інституту АПВ. У стаціонарному досліді, який закладався методом блоків, висівали ранньостиглий сорт сої Медея. Попередником була озима пшениця, яку вирощували в короткоротаційних сівозмінах з насиченням соєю до 20; 40 та 60 % (табл. 1). Сівозміна з насиченням соєю до 20 % складалася: з чорного або сидерального пару (залежно від системи удобрення), озимої пшениці, сої, кукурудзи на зерно та соняшнику. Сівозміна з насиченням соєю до 40 % включала такі культури: соя, озима пшениця, соя, кукурудза на зерно, гречка, а з насиченням соєю до 60 % – соя, озима пшениця, соя, кукурудза на зерно, соя.

Основною відміною ґрунтового покриву є чорнозем звичайний перехідний до глибокого з важкосуглинковим гранулометричним складом. За даними досліджень центру “Обл-

держродючість”, в орному шарі міститься гумусу 4,69 %, азоту, що легко гідролізується – 13,7 %, рухомого фосфору – 10,0 та обмінного калію – 15,1 мг на 100 г сухого ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної.

Кліматичні умови на території Кіровоградського інституту АПВ є характерними для північного Степу України з помірним континентальним кліматом. Середня багаторічна сума опадів за рік – 499 мм. У літні місяці опади переважно зливового характеру, тому ефективність їх використання є незначною. Середньомісячна температура повітря в червні – липні становить 18,6–20,0 °С. Максимальна температура сягає 37–39 °С. Найбільш низька середньодобова відносна вологість повітря – в липні – серпні.

Погодні умови періоду вегетації сільськогосподарських культур у 2007–2009 рр., значно різнилися за ступенем зволоження, особливо у критичні періоди їх розвитку. Надто складні погодні умови для росту й розвитку рослин сої були протягом періоду вегетації 2007 р. Так, при середній температурі повітря у травні 20,2 °С (на 4,9 °С вище норми) сума опадів становила лише 19,5 мм (43 % норми). ГТК при цьому був 0,32, а в другій декаді травня – лише 0,07. В червні переважала жарка та спекотна погода, середня за місяць температура повітря була на 3,8 °С вищою за норму і становила 22,4 °С. Сума опадів за червень дорівнювала 74,0 мм, (121 % норми), але зволоження ґрунту було нерівномірним і ГТК протягом першої і другої декад становив 0,31–0,58, а в третій – 2,44. У липні стояла переважно спекотна, без істотних опадів погода. Максимальна температура повітря досягала 37–39 °С. Середня за місяць температура повітря становила 22,9–24,4 °С, що на 3–5 °С більше норми, при дуже незначній кількості опадів – 9,0 мм, лише 12,5 % від норми. ГТК – 0,12, що характерно для умов пустелі.

У 2008 р. за період вегетації сої суми активних та ефективних температур перевищили норму відповідно на 306 та 315 °С, а сума опадів – на 76,6 мм, або 28,5 %. ГТК становив 1,29, що свідчить про достатнє зволоження території. У 2009 р. суми активних та ефективних температур перевищили норму на 440 °С, але сума опадів за період вегетації сої була меншою на 68,5 мм. ГТК становив 0,65, тобто зволоження території було недостатнім.

В умовах північного Степу попередники, системи удобрення та мікробні препарати відіграють суттєву роль в реалізації біологічного потенціалу продуктивності сої і навіть в умовах посухи забезпечують сприятливі умови для росту, розвитку рослин цієї культури і формування урожайності.

Важливим морфобіологічним показником, який характеризує реакцію рослин на зміни умов вирощування, є висота рослин. При застосуванні мікробних препаратів в зерно-паро-просапній сівозміні з насиченням соєю до 20 % приріст лінійних розмірів рослин у фазі цвітіння на природному фоні становив 1,6 см, при мінеральній системі удобрення – 1,4 см, органо-мінеральній – 1,1 см, а порівняно з варіантом без добрив – 3,0 і 3,8 см відповідно (табл. 1). Позитивний вплив удобрення на ростові процеси рослин сої в зерно-паро-просапній сівозміні простежувався вже у фазі бутонізації, а в період цвітіння тенденція до збільшення висоти рослин на удобрених ділянках також мала місце (на 3,2 та 4,3 см, або на 5,9 та 7,9 %).

При визначенні висоти рослин сої у сівозміні з насиченням нею до 40 % у фазі цвітіння відмічена тенденція до незначного коливання цього показника при застосуванні ризогуміну, порівняно до аналогічних варіантів без обробки мікробним препаратом. Введення мінеральних добрив в технологічний процес позитивно впливало на ріст рослин та призводило до збільшення їх висоти на 4,6 %, а застосування добрив сумісно з рослинними рештками – на 6,9 %. При вирощуванні сої в такій сівозміні рослини були меншими на 3,0–5,6 % порівняно з рослинами, що йшли після парової озимини. В період інтенсивного росту стебла у зерно-просапній сівозміні з насиченням соєю до 60 % висота рослин збільшувалася на удобрених ділянках на 3,8 (7,6 %) та 5,0 см (10,1 %). При вирощуванні сої в такій сівозміні висота рослин була меншою на 5,9–8,0 % порівняно з рослинами, що зростали після парової озимини.

Застосування мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення у сівозмінах з різним ступенем насичення соєю призводило до збільшення як площі листкової поверхні, так

і маси рослин. При застосуванні добрив в дозі  $N_{40}P_{40}K_{40}$  сумісно з рослинними рештками попередника площа листкової поверхні сої у сівозміні з насиченням до 20 % збільшувалася на 43,7  $cm^2$  порівняно з внесенням лише  $N_{40}P_{40}K_{40}$  і на 316,1  $cm^2$  (52,6 %) відносно неудобреного фону. У середньому за 2007–2009 рр. сира маса однієї рослини сої була більшою на ділянках, де застосовували добрива сумісно з рослинними рештками. Цей показник, як правило, залежав від системи удобрення і у фазі цвітіння становив 43,6–44,8 г, що на 12,6–14,6 г більше, ніж у варіантах з природною родючістю ґрунту. При застосуванні мікробних препаратів асиміляційна поверхня та маса рослин сої у фазі цвітіння на природному фоні підвищувалася відповідно на 20,5 та 11,4 %, за мінеральної системи удобрення – на 1,8 і 2,2 %, органо-мінеральної – на 3,2 і 2,8 %.

Збільшення площі листкової поверхні та зеленої маси рослин сої, що йшли після озимої пшениці в сівозміні з насиченням нею до 40 %, спостерігалось вже при застосуванні мікробних препаратів на фоні з природною родючістю – на 22,7  $cm^2$  та 2,7 г відповідно. Внесення мінеральних добрив як з мікробними препаратами, так і без них призводило до збільшення цих показників – 831,0–865,5  $cm^2$  та 39,2–41,0 г, що більше на 36,6–42,3 % та 37,3–43,4 % відповідно. У варіантах з органо-мінеральною системою удобрення підвищення цих показників до контролю становило 51,7–56,9 % та 55,3–60,4 %.

**1. Біометричні показники рослин сої з насиченням нею сівозмін, застосуванням системи удобрення та мікробних препаратів (середнє за 2007–2009 рр.)**

Ланка сівозміни	Система удобрення	Мікробні препарати	Висота рослини, см	Площа листків рослини, $cm^2$	Маса рослини, г
Озима пшениця після чорного або сидерального пару (у сівозміні з насиченням соєю 20%)	Без добрив	-	54,0	601,0	28,9
		+	55,6	724,0	32,2
	Мінеральна ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ )	-	57,2	873,4	40,4
		+	58,6	888,8	41,3
	Органо-мінеральна ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ + ПП*)	-	58,3	917,1	43,6
		+	59,4	946,8	44,8
Озима пшениця після сої (у сівозміні з насиченням соєю 40%)	Без добрив	-	52,4	608,1	28,6
		+	52,7	630,8	31,3
	Мінеральна ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ )	-	54,8	831,0	39,2
		+	55,3	865,5	41,0
	Органо-мінеральна ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ + ПП)	-	56,0	922,8	44,4
		+	56,1	954,4	45,8
Озима пшениця після сої (у сівозміні з насиченням соєю 60%)	Без добрив	-	49,7	591,9	27,7
		+	52,3	714,2	32,6
	Мінеральна ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ )	-	53,5	862,0	37,4
		+	54,4	878,9	39,3
	Органо-мінеральна ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ + ПП)	-	54,7	893,8	42,8
		+	54,9	924,0	44,7

\*ПП – побічна продукція попередника або культури сидерального пару.

Сою після озимої пшениці (у сівозміні з насиченням нею на 60 %) виявилася достатньо чутливою до удобрення та обробки насіння мікробними препаратами. Так, при обробці насіння ризогуміном площа листкової поверхні збільшувалася на 20,7 %, а маса рослин – на 17,7 % порівняно з контролем. Обробка насіння мікробними препаратами при мінеральній та органо-мінеральній системах удобрення призводила до зростання асиміляційної поверхні лише на 1,9–3,4 %, а маси рослин – на 4,2–5,0 %. Водночас, збільшення цих показників у варіантах при внесенні добрив в дозах  $N_{40}P_{40}K_{40}$  та  $N_{40}P_{40}K_{40}$  з рослинними рештками під попередник, відносно неудобреного фону, становило 45,6–51,0 та 35,1–54,8 % відповідно.

Отже, створення оптимальних умов для розвитку рослин сої у різних ланках сівозмін визначалося поживним режимом ґрунту, який змінювався залежно від системи удобрення. Більш інтенсивні ростові процеси у рослин сої відмічалися за органо-мінеральної системи удобрення при розміщенні посівів у зерно-паро-просапній сівозміні з насиченням соєю до

20 %. Кращі умови для фотосинтетичної діяльності і нагромадження маси рослинами сої створювалися при вирощуванні культури в зерно-паро-просапній та зерно-просапній сіво-змінах з насиченням соєю відповідно до 20 та 40 % при мінеральній та органо-мінеральній системах удобрення із застосуванням мікробних препаратів.

Відомо, що вегетативні органи рослин є основним джерелом, з якого після цвітіння надходять запасні поживні речовини на формування зерна. Добре розвинена вегетативна маса є основою для формування рослинами більш високої продуктивності.

Погодні умови впродовж періоду вегетації сої в 2007 р. були вкрай несприятливими, що негативно позначилося на рівні продуктивності культури (табл. 2). При вирощуванні сої після озимої пшениці у короткоротаційних зерно-паро-просапній та зерно-просапній сіво-змінах з насиченням нею до 20 та 40 % суттєвої різниці за урожайністю не було. При насиченні сівозмін соєю до 60 % і вирощуванні її на фоні без добрив та при органо-мінеральній системі удобрення отримали значно нижчий збір насіння. Вищу урожайність у досліді рослини сої формували при органо-мінеральній системі удобрення в зерно-паро-просапній та зерно-просапній (40 % сої) сівозмінах – 0,91 т/га, що на 0,09–0,13 т/га більше, ніж у контрольному варіанті. Застосування мікробних препаратів на всіх фонах істотного зниження урожайності сої не викликало, простежувалася тенденція до підвищення цього показника. Внесення мінеральних добрив у всіх ланках сівозмін призводило до суттєвого збільшення збору насіння з одиниці площі, при цьому урожайність становила 0,86–0,88 т/га.

В 2008 р. нижчий урожай насіння сформувався при вирощуванні сої після озимої пшениці в короткоротаційній зерно-просапній сівозміні з насиченням нею до 60 %. В такій сівозміні урожайність сої була більшою на фоні мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення – 1,43–1,45 т/га. Близької продуктивності досягали при вирощуванні сої у сівозміні з насиченням нею до 40 %, але без добрив. Найбільшу урожайність цієї культури отримали при вирощуванні її у зерно-паро-просапній (20 % сої) сівозміні на фоні органо-мінеральної системи удобрення – 1,69 т/га, що на 0,24 т/га, або 16,6 % більше, ніж у контрольному варіанті та на 0,09 т/га більше, ніж при мінеральній системі удобрення. При внесенні  $N_{40}P_{40}K_{40}$  урожайність сої зростала відповідно до варіантів без добрив на 0,15 т/га, або 10,3 %. Суттєвий вплив мікробних препаратів на продуктивність культури простежувався лише при вирощуванні сої на удобрених фонах у сівозміні з насиченням нею до 40 %.

В умовах 2009 р. вирощування сої після озимої пшениці з 20 та 40 % насиченням бобовим компонентом сівозмін короткої ротації дало можливість отримати урожайність насіння на рівні 1,57–1,79 т/га. Розміщення у сівозміні, де сої було 60 %, навіть після озимої пшениці, призвело до зменшення виходу насіння з одиниці площі порівняно з іншими сіво-змінами. У зерно-паро-просапній сівозміні істотний приріст збору насіння сої досягався при внесенні мінеральних добрив, комплексному застосуванні добрив і рослинних решток попередньої культури – 0,13 та 0,17 т/га відповідно, а також при обробці насіння мікробним препаратом ризогумін (штам М-8) на фоні без добрив та при органо-мінеральній системі удобрення – 0,08 та 0,05 т/га. При вирощуванні сої в сівозміні з насиченням нею до 40 % по попереднику озима пшениця після сої застосування мікробних препаратів призводило до істотного підвищення урожайності – на 0,06–0,07 т/га на всіх фонах мінерального живлення. Отримані результати досліджень показали позитивну дію мінеральних добрив та добрив сумісно з рослинними рештками як у варіантах з обробкою насіння ризогуміном, так і без неї. При цьому урожайність збільшувалася на 0,09–0,10 т/га. За насичення сівозмін соєю до 60 %, при вирощуванні її по попереднику озима пшениця, застосування мікробних препаратів призводило до суттєвого підвищення урожайності – на 0,05–0,11 т/га на всіх фонах живлення. Приріст урожайності від застосування мінеральних добрив та добрив сумісно з рослинними рештками на фоні без обробки насіння становив 0,20 т/га, а з обробкою мікробним препаратом – 0,14–0,15 т/га.

Отже, аналізуючи отримані дані, необхідно відмітити незначну різницю між варіантами за біометричними показниками рослин сої, які зростали та розвивались у сівозмінах короткої ротації, що досліджувались. Кращі умови для фотосинтетичної діяльності і нагромадження

маси рослинами створювалися при вирощуванні сої в зерно-паро-просапній сівозміні з насиченням нею до 20 % та зерно-просапній з насиченням соєю до 40 % при мінеральній та органо-мінеральній системі удобрення із застосуванням мікробних препаратів.

**2. Урожайність сої залежно від насичення нею сівозмін, систем удобрення та мікробних препаратів, т/га**

Ланка сівозміни	Система удобрення	Мікробні препарати	2007 р.	2008 р.	2009 р.	Середнє
Озима пшениця після чорного або сидерального пару (у сівозміні з насиченням соєю 20%)	Без добрив	-	0,79	1,45	1,57	1,27
		+	0,80	1,44	1,65	1,30
	Мінеральна (N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> )	-	0,87	1,60	1,70	1,39
		+	0,88	1,64	1,73	1,42
	Органо-мінеральна (N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + ПП*)	-	0,91	1,69	1,74	1,45
		+	0,91	1,67	1,79	1,46
Озима пшениця після сої (у сівозміні з насиченням соєю 40%)	Без добрив	-	0,80	1,46	1,63	1,30
		+	0,82	1,49	1,69	1,33
	Мінеральна (N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> )	-	0,87	1,51	1,72	1,37
		+	0,88	1,57	1,78	1,41
	Органо-мінеральна (N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + ПП)	-	0,91	1,52	1,72	1,39
		+	0,91	1,57	1,79	1,42
Озима пшениця після сої (у сівозміні з насиченням соєю 60%)	Без добрив	-	0,77	1,34	1,42	1,17
		+	0,77	1,37	1,53	1,22
	Мінеральна (N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> )	-	0,86	1,43	1,62	1,30
		+	0,88	1,43	1,67	1,33
	Органо-мінеральна (N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + ПП)	-	0,87	1,45	1,62	1,31
		+	0,88	1,46	1,68	1,34
НІР <sub>05</sub> , т/га для:	ланки сівозміни систем удобрення мікробних препаратів взаємодії факторів		0,02	0,05	0,06	
			0,02	0,05	0,06	
			0,02	0,04	0,05	
			0,05	0,12	0,14	

\*ПП– побічна продукція попередника або культури сидерального пару.

Встановлено, що вирощування сої у зерно-просапній сівозміні з насиченням нею до 40 % призводить до зниження (на 2,8–4,3 %) насінневої продуктивності при органо-мінеральній системі удобрення, а у сівозміні з насиченням соєю до 60 % – при всіх системах удобрення – на 6,6–10,7 %, порівняно з зерно-паро-просапною сівозміною з насиченням соєю до 20 %.

У середньому за 2007–2009 рр. вищу урожайність соя формувала при вирощуванні у зерно-паро-просапній (20 % сої) сівозміні після парової озимої пшениці на фоні органо-мінеральної системи удобрення – 1,45–1,46 т/га, що на 14,2–14,9 % більше, ніж у варіанті без добрив. Внесення мінеральних добрив як окремо, так і в комплексі з рослинними рештками у сівозміні з насиченням соєю до 40 % підвищувало урожайність насіння на 0,07 (5,4 %) та 0,09 т/га (6,9 %), а у сівозміні з насиченням соєю до 60 % – на 0,13 (11,1 %) та 0,14 т/га (12,0 %) відповідно. Використання мікробних препаратів у технологічному процесі зумовлювало зростання урожайності сої на 0,03–0,04 т/га, або 2,2–2,9 %. Обробка насіння ризогу-міном при вирощуванні сої у сівозміні з насиченням нею до 60 % на природному фоні сприяла підвищенню урожайності на 0,05 т/га, або на 4,3 %, а при застосуванні добрив – на 2,3 %.

**Бібліографічний список**

1. Сівозміни у землеробстві України / За ред. В. Ф. Сайка, П. І. Бойка – К.: Аграр. наука, 2002. – 146 с.
2. Бабич А. О. Застосування системного підходу при дослідженнях процесів фотосинтезу та біологічної фіксації азоту в агробіоценозах сої / А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко // Вісн. аграр. науки. – 1994. – № 9. – С. 16–18.

3. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии / В. П. Орлов, А. П. Исаев, С. И. Лосев [и др.] / Сост. В. П. Орлов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 206 с.
4. Мильто Н. И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений / Н. И. Мильто. – Минск: Наука и техника, 1982. – 296 с.
5. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої / А. О. Бабич – К.: Урожай. – 1993. – 430 с.
6. Співак В. Соя – культура великих можливостей / В. Співак, М. Червоненко, Л. Цибко // Земля і люди України. – 1995. – № 4. – С. 10–11.
7. Черенков А. В. Сортова реакція сої різних груп стиглості на способи сівби і норми висіву при різних погодних умовах / А. В. Черенков, С. Ф. Артеменко, О. В. Ільєнко // Корми і кормовиробництво. – 2003. – Вип. 51. – С. 114–116.
8. Бабич А. А. Урожайность и качество зерна сои в зависимости от способов посева, густоты растений и режимов минерального питания / А. А. Бабич, В. Ф. Петриченко, С. И. Колесник // Матеріали I Всеукр. наук.-практич. конф. – Вінниця, 1993. – С. 24–25.
9. Бабич А. О. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А. О. Бабич, С. І. Колісник [та ін.] // Пропозиція. – 2002. – № 5. – С. 38–40.