

УДК 631.5:581.5:633.34

Івасик М. В.

аспірантка

Заклад вищої освіти «Подільський державний аграрно-технічний університет»
м. Кам'янець-Подільський, Україна

Бахмат М. І.

доктор сільськогосподарських наук, професор,

професор кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин

Заклад вищої освіти «Подільський державний аграрно-технічний університет»

м. Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: ivasyk.myroslava@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6119-9218

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНА СОЇ В УМОВАХ ПОДІЛЛЯ

Анотація

На території Степу і Лісостепу України, зокрема Лісостепу Правобережного, однією з найбільш рентабельних серед зернобобових культур є соя, яка має великий попит на внутрішньому та світовому ринках. Тому оптимізація технології вирощування сої з урахуванням біологічних вимог адаптованого сорту є актуальною науковою проблемою, вирішення якої дасть можливість підвищити продуктивність культури та ефективність її вирощування. За результатами наших досліджень розроблено сучасну модель технології вирощування нових сортів сої Аратта і Софія, яка відповідає їх біологічним вимогам та дає можливість максимально реалізувати врожайний потенціал цих сортів, підвищити якість насіння, зменшити витрати матеріальних ресурсів. Визначено нові варіанти високоефективного використання соєю природних ресурсів – води, сонячної енергії та поживних речовин ґрунту.

Рекомендовано виробництву оптимальні норми висіву насіння для сортів сої нового покоління, на різних фонах живлення, застосування мінеральних і бактеріальних добрив для цих сортів та високоефективні регулятори росту рослин, що дає можливість одержувати врожайність насіння в межах 3,0-3,5 т/га, підвищити його якість та зменшити технологічні витрати на 10-12% порівняно з базовою технологією. Рекомендована технологія пройшла виробничу перевірку в господарствах Хмельницької, Чернівецької та Тернопільської областей. У даній роботі викладено результати досліджень впливу мінеральних і бактеріальних добрив, норм висіву насіння та регуляторів росту на формування вегетативної маси, репродуктивних органів та продуктивність інтенсивних сортів сої Аратта і Софія.

Ключові слова: соя, сорти, технологічні прийоми, регулятори росту, бактеріальні та мінеральні добрива, врожайність і якість.

Вступ. На землях Правобережного Лісостепу України значні площі посіву займає соя – цінна високобілкова і олійна рослина, яка має значний попит як технічна, харчова і кормова культура.

Соя є однією з найбільш рентабельних культур, що дає змогу значно поліпшити економічний стан господарств. В західних і центральних областях України є великі можливості збільшити виробництво насіння цієї культури та отримувати більші прибутки від її реалізації.

Створені селекціонерами нові високопродуктивні сорти сої та розроблена сучасна технологія її вирощування дає такі можливості. Проте наявна технологія практично не враховує біологічні особливості нових сортів, що не забезпечує повною мірою реалізувати їх урожайний потенціал. Крім того, значно зросли ціни на добрива, пальне, пестициди, збільшилися технологічні витрати, що вимагає пошуку нових шляхів удосконалення наявної технології вирощування сої. Тому вдосконалення технології вирощування цієї культури з урахуванням біологічних вимог кожного сорту є актуальною науковою проблемою, вирішення якої дасть можливість підвищити продуктивність культури та ефективність її вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для раціонального застосування добрив слід враховувати азотфіксуючу здатність сої та під час обробки насіння обов'язково використовувати бактерії, що фіксують азот з повітря. Таким чином, майже повністю вирішуються потреби сої в даному макроелементі [1].

Для формування високопродуктивних посівів сої важливе значення має норма висіву насіння. Головна вимога до норм висіву – забезпечення оптимальної густоти стояння рослин на одиниці площі з урахуванням особливостей сорту, водозабезпеченості, фону живлення тощо [5; 9].

Основними елементами продуктивності сої, які визначають рівень її врожаю, є кількість рослин на одиниці площі, кількість бобів на рослині, насінин у бобі та маса 1000 насінин [3].

Відомо, що кількість бобів на рослинах, насінин у бобах і маса насінин напряму залежать від фотосинтезу та надходження вуглеводів у період їх формування. Зародки, боби і насіння не ростуть без асимілянтів [2; 8].

Ряд вчених вказують, що дефіцит вологи, висока температура повітря і нестача світла гальмують фотосинтез і надходження вуглеводів до репродуктивних органів і сповільнює, або й припиняє їх ріст [4]. За дефіциту

вуглеводів під час цвітіння сої відбувається відмирання від 36 до 80% квіток, внаслідок чого формується мало бобів на рослинах [1; 4; 7].

Заходи, які стимулюють фотосинтез у період цвітіння і закладки бобів, збільшують кількість бобів і насіння на рослинах. Кількість асимілятів впливає також на наливання насіння та збільшує або зменшує його розміри, а отже, і врожай. Тому для створення високопродуктивних посівів сої важливо знати оптимальні значення елементів структури кожного сорту та умови, за яких вони формуються [10].

Метою роботи було оптимізувати основні елементи технології вирощування сортів сої нового покоління, а саме: норми висіву насіння, застосування мінеральних і бактеріальних добрив, регуляторів росту рослин та розробити комплекс технологічних заходів вирощування її в умовах Лісостепу Правобережного.

Методика дослідження. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

– вивчити процеси росту й розвитку рослин, формування надземної маси, площі листової поверхні, продуктивності фотосинтезу та структури врожаю нових сортів сої залежно від досліджуваних елементів технології;

– дослідити поживний режим ґрунту, винос і витрати елементів живлення на формування врожаю сої залежно від сорту;

– вивчити світловий режим посівів сої, поглинання та використання сонячної енергії посівами залежно від технологічних заходів вирощування;

– визначити вплив норм висіву, мінеральних і бактеріальних добрив та регуляторів росту рослин на врожайність та якість насіння дослідних сортів сої;

– дати економічну й енергетичну оцінку досліджуваних елементів технології сої та визначити ефективний технологічний комплекс її вирощування на землях Лісостепу Правобережного.

Об'єкт досліджень – процеси росту, розвитку рослин і формування врожаю та показників якості насіння дослідних сортів сої залежно від застосованих елементів технології.

Предмет досліджень – сорти сої Аратта і Софія, їх урожайність та якість насіння залежно від мінеральних і бактеріальних добрив, норм висіву насіння та позакореневого підживлення рослин регуляторами росту.

Методи дослідження:

1) польовий – для визначення врожайності насіння та біометричних вимірів;

2) лабораторний – визначення структури врожаю, вмісту вологи й елементів живлення в ґрунті, якості насіння;

3) статистичний – для оцінки достовірності отриманих даних;

4) розрахунково-порівняльний – для оцінки економічної та енергетичної ефективності досліджуваних факторів.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше розроблено технологію вирощування сортів сої нового покоління Аратта і Софія, яка дає можливість максимально реалізувати їх урожайний потенціал, підвищити продуктивність та ефективність вирощування культури.

Дослідження проводились на базі дослідного поля навчально-виробничої лабораторії рослинництва Відокремленого структурного підрозділу «Новоушицький фаховий коледж Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Найпоширенішими ґрунтами в умовах проведення дослідження є темно-сірі опідзолени. Лісова підстилка цих ґрунтів слабвиражена, складена із залишків трав'яної рослинності, тому в складі гумусу переважають гумінові кислоти.

Темно-сірі опідзолени ґрунти за своїми властивостями дуже близькі до чорноземів. Гумусовий горизонт (He) – близько 30-40 см. Структура – грудочкувато-горіхувата. Ознаки опідзолення у вигляді присипки кремнезему слабвиражені. Карбонати залягають з глибини 110-150 см. Гумусноелювіальний горизонт має горіхувату структуру, що поступово переходить у призматичну з присипкою SiO₂. За гумусо-ілювіальним горизонтом виділяється ілювіальний (негумусовий) горизонт – з призматичною структурою.

Ці ґрунти характеризуються важким гранулометричним складом, структура – слабоводостійка. Щільність орного шару є в межах 1,2-1,42 г/см² (в ілювіальних горизонтах – 1,40-1,50 г/см²). Вміст гумусу в ріллі – 2,0-3,5%. Якісний склад гумусу фульватно-гуматний. Гідролітична кислотність – від 0,2 до 3,8 мекв. на 100 г ґрунту. Сума увібраних основ – 12-22 мекв. на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості на основи – 80-90%. Ступінь забезпечення поживними речовинами: валового азоту – 0,14-0,19%; фосфору – 0,11-0,25%; калію – 2,0-2,4%. Загальний рівень родючості коливається в межах 56-92 балів.

Підвищують родючість темно-сірих ґрунтів внесенням мінеральних добрив, а саме фосфорних, оскільки в цих ґрунтах переважають мінеральні фосфати заліза, які важкодоступні для рослин. Ґрунти достатньою мірою забезпечені калієм, проте внесення калійних добрив, особливо в поєднанні з фосфорними й азотними, забезпечує високий економічний ефект.

Застосування азотних добрив (у вигляді підживлень) знижує дефіцит рухомого азоту, що спостерігається навесні, внаслідок довгого прогрівання і сповільнення процесу нітрифікації. У цілому темно-сірі опідзолени ґрунти Правобережного Лісостепу придатні для вирощування багатьох сільськогосподарських культур, районуваних у вказаній зоні.

Отже, можна зробити висновок, що ґрунти дослідних ділянок характеризуються сприятливими агрофізичними й агрохімічними властивостями, високим потенціалом родючості, що створює сприятливі умови для вирощування сої в даній зоні та в даному регіоні.

У польових дослідках вивчалися основні елементи технології вирощування нових сортів сої Аратта і Софія: норми висіву, мінеральні й бактеріальні добрива, різні регулятори росту рослин та їх комплексний вплив на ріст і розвиток рослин, формування врожаю та якість насіння. Методологічною і методичною основою був системний підхід і системний аналіз як інструмент вирішення поставлених завдань.

Польові досліді проводилися у відповідності до вимог Методики польового досліді Б.О. Доспехова і закладалися методом розщеплених ділянок у чотириразовій повторності. Загальна площа ділянки становила 36 м², облікова – 25 м². Попередником сої була пшениця озима. Мінеральні добрива вносили рано весною під передпосівну культивування згідно зі схемою досліді. Сіяли два середньоранні сорти Аратта і Софія широкорядним способом, з міжряддями 45 см. Норму висіву визначали з урахуванням маси 1000 насінин і посівної придатності.

Вагова норма висіву насіння сої сорту Аратта при 400 тис./га становила в середньому 73,7 кг/га, при 600 тис./га – 110,4, при 800 тис./га – 147,3 кг/га, а сорту Софія – відповідно 73,5, 110,2 і 147,9 кг/га.

Насіння в день сівби обробляли препаратом азотфіксуючих бактерій на основі штаму *Bradyrhizobium japonicum* 634 b. Захист рослин включав протруювання насіння препаратом Максим XL (1 л/т) та внесення після сівби гербіциду Фронт'єр Оптима (0,8 л/га).

На посівах сої вологість шару ґрунту 0-30 см підтримувалась не нижче 50-60% НВ. Вивчалися препарати: Нановіт, Наномікс, Мегафол і Гуміфілд, норма витрат яких становила 2,0 л/га, 2,0, 0,5 л/га і 50 г/га, відповідно.

Результати досліджень. Наші дослідження показали, що формування елементів продуктивності сої являє собою складну біологічну, динамічну, саморегулюючу систему. Кожен елемент структури змінюється в онтогенезі під впливом елементів, сформованих раніше, умов зовнішнього середовища та технологічних заходів вирощування. На формування кожного елемента продуктивності впливав той технологічний прийом, який створений раніше.

Першими формувались високорозвинені рослини, їх кількість впливала на число гілок, бобів і насінин на рослині, а також на індивідуальну продуктивність рослин. При цьому розвиток кожного елемента структури врожаю сої найбільше залежав від норми висіву насіння. Чим більша була густина стояння рослин, тим менше формувалося бобів і насінин на рослинах, а також була менша маса насіння на рослинах і маса 1000 насінин обох сортів.

Мінеральні добрива також сприяли вищому прикріпленню бобів, що більш чітко проявилось на сорті Софія. Так, без добрив у сорту Аратта нижні боби були розміщені на висоті 15,2-20,1 см, а на фоні добрив – на 16,9-20,9 см. На сорті Софія ці показники були 20,1-22,9 см, та 22,3-29,6 см, відповідно. На формування репродуктивних органів сої суттєво впливали також регулятори росту рослин. При обприскуванні посівів препаратами Наномікс, Мегафол і Гуміфілд збільшувалась кількість бобів і насінин на рослинах, а також маса насіння на них та маса 1000 насінин (табл. 1).

Таблиця 1. Елементи продуктивності сортів сої за різних регуляторів росту рослин

Сорт	Регулятори росту	Кількість, шт.		Маса, г	
		бобів на рослині	насінин на рослині	насінин на рослині	1000 насінин
Аратта	контроль	28	45	6,6	155,0
	Нановіт	27	45	6,3	157,3
	Наномікс	29	48	7,2	161,5
	Мегафол	31	53	7,9	156,0
	Гуміфілд	30	49	7,4	151,4
Софія	контроль	31	47	7,6	149,2
	Нановіт	30	49	6,6	149,5
	Наномікс	38	62	8,6	153,5
	Мегафол	37	58	8,0	149,4
	Гуміфілд	34	51	7,2	151,9

Найбільший вплив на елементи продуктивності обох сортів сої справляли препарати Наномікс і Мегафол. Так, без обробки посівів сорту Софія на рослинах нараховувався у середньому 31 біб, тоді як при обробці вказаними препаратами їх було 35 шт., або на 4 боби більше.

На оброблених рослинах формувалось на 8 насінин більше, ніж на контролі, а маса 1000 насінин збільшувалась на 1,9 г. Маса 1000 насінин більшою була в сорту Аратта і становила в середньому 153,6-163,7 г, а в сорту Софія – 143,0-152,7 г. Варіювання цього показника є наслідком змін умов навколишнього середовища в період наливу насіння, норми висіву та фону живлення. Аналогічний вплив на формування елементів продуктивності спостерігався і на сорті Аратта. Препарат Нановіт практично не впливав на формування елементів продуктивності досліджуваних сортів, що й обумовило різний вплив препаратів на врожай сої. Урожай сої найбільше залежав від кількості бобів на рослинах і маси 1000 насінин.

Наявна технологія вирощування сої не повною мірою враховує біологічні особливості сортів, а з таких питань, як застосування азотних добрив, норм висіву насіння, способів сівби та інших елементів технології. З цього

питання багато вчених вважають, що соя високу врожайність здатна формувати за інокуляції насіння, без внесення азотних добрив. Досить поширеною є практика внесення невеликої стартової дози азотних добрив – N_{30} [1].

Отже, сьогодні серед вчених немає єдиної позиції щодо застосування азотних добрив на сої, якщо проводиться інокуляція насіння. Поки що немає єдиного бачення і того, як слід змінювати норму висіву сої залежно від фону живлення. Одні вважають, що для одержання високого врожаю на удобрених фонах норму висіву необхідно знижувати, а інші, навпаки, – збільшувати. Фосфор, калій і азот також мають велике значення для рослин сої і під час їх росту та розвитку поглинаються, тож повинні бути збалансовані протягом вегетаційного періоду [9]. Відсутність будь-якого мікроелементу може обмежувати процеси росту та формування високої врожайності, тому збалансована стратегія живлення в рослинництві є ключовою у досягненні високих врожаїв. Наші дослідження показали, що врожайність зерна сої значною мірою залежить від сорту, фону живлення, норм висіву насіння та погодних умов року (табл. 2).

Таблиця 2. Урожайність зерна сої в роки досліджень залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння, т/га (середнє за 2020–2022 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Норма висіву насіння, тис/га (С)	Урожайність т/га	± до контролю по фактору, т/га		
				Сорт	Фон живлення	Норма висіву насіння
Аратта	без добрив	400	2,54	-	-	-
		600	2,66	-	-	0,12
		800	2,67	-	-	0,13
	інокуляція	400	2,82	-	0,28	-
		600	3,04	-	0,38	0,22
		800	2,82	-	0,15	0
	$N_{30}P_{40}$ + інокуляція	400	2,75	-	0,21	-
		600	2,70	-	0,04	-0,05
		800	2,56	-	-0,11	-0,19
	$N_{60}P_{40}$ + інокуляція	400	2,73	-	0,19	-
		600	2,69	-	0,03	-0,04
		800	2,45	-	0,22	-0,28
Софія	без добрив	400	2,46	-0,08	-	-
		600	2,69	0,03	-	0,23
		800	2,75	0,08	-	0,29
	інокуляція	400	2,9	0,03	0,44	-
		600	3,03	-0,01	0,34	0,13
		800	2,83	0,01	0,08	-0,07
	$N_{30}P_{40}$ + інокуляція	400	2,93	0,18	0,47	-
		600	3,2	0,5	0,51	0,27
		800	2,95	0,39	0,2	0,02
	$N_{60}P_{40}$ + інокуляція	400	2,89	0,13	0,43	-
		600	2,82	0,39	0,13	-0,07
		800	2,7	0,25	-0,03	-0,19
НІР ₀₅	для фактора А, т/га		0,08			
	для фактора В, т/га		0,06			
	для фактора С, т/га		0,06			

Під впливом цих факторів її врожайність змінювалась від 2,46 до 3,04 т/га, або на 1,81 т/га, у тому числі за рахунок елементів технології – на 41,4%, а 58,6% – за рахунок погодних факторів.

Оптимізація всіх елементів технології для конкретного сорту дозволяє максимально реалізувати його урожайний потенціал. Проте вплив технологічних заходів на врожайність сортів сої Аратта і Софія практично ще не досліджувався. Тому важливо було вивчити вплив інокуляції, мінеральних добрив і норм висіву насіння на продуктивність цих сортів та оптимізувати технологічні заходи їх вирощування, які б давали можливість максимально реалізувати врожайний потенціал вказаних сортів.

Проте на сортах сої нового покоління ці питання досліджені недостатньо. Пошук нових високоефективних регуляторів росту рослин та їх поєднань з мікроелементами, які істотно підвищують продуктивність сої, є актуальною науковою і практичною проблемою.

Виходячи з цього, ставилася також мета вивчити вплив регуляторів росту рослин, мікроелементів, солей гумінових і фульвових кислот, а також комплексу регуляторів з мікроелементами на ріст, розвиток та продуктивність нових сортів сої з тим, щоб активізувати ростові процеси, протистояти стресам і повніше реалізувати врожайний потенціал культури.

При цьому препарати по-різному впливали на формування її врожаю. На обох сортах найбільший приріст урожайності насіння – 0,35-0,41 т/га – забезпечував регулятор росту рослин Мегафол. Високу його ефективність

можна пояснити тим, що він сприяв рослинам переносити стреси та посилював стійкість до несприятливих умов середовища. Дослідження показали, що всі препарати, які вивчались у досліді, забезпечували істотний приріст урожайності сої – 0,11-0,41 т/га (табл. 3).

Реакція сортів на досліджувані препарати була практично однаковою. Можна лише відмітити, що препарати Нановіт, Наномікс і Мегафол дещо більший приріст врожайності забезпечували на сорті Софія - 0,41 т/га.

Отже, надмірне загущення посівів сої призводило до зниження ефективності інокуляції насіння. Це пояснюється тим, що зі збільшенням густоти стояння рослин знижується освітленість у посіві, а відтак зменшується й інтенсивність фотосинтезу та надходження асимілянтів до бульбочок.

Таблиця 3. Урожайність зерна сої залежно від впливу регуляторів росту рослин, т/га (середнє за 2020–2022 рр.)

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Урожайність сої за рік, т/га	Прибавка врожаю від препаратів, т/га
Аратта	Контроль	2,5	-
	Нановіт	2,52	0,11
	Наномікс	2,8	0,28
	Мегафол	2,91	0,35
	Гуміфілд	2,98	0,29
Софія	Контроль	2,3	-
	Нановіт	2,6	0,16
	Наномікс	2,58	0,35
	Мегафол	2,72	0,41
	Гуміфілд	2,86	0,27

Сорт Аратта не забезпечував приросту врожаю від внесення добрив $N_{30-60}P_{40}$, порівняно з інокуляцією. Відсутність приросту врожаю від добрив обумовлена високим вмістом фосфору і калію в ґрунті, а потреба рослин в азоті задовольнялась за рахунок симбіотичної азотфіксації і частково запасів в ґрунті. Більше того, внесення добрив $N_{30-60}P_{40}$ призводило до істотного зниження врожайності цього сорту через вилягання посіву. Ці дані свідчать, що за інокуляції насіння сорту Аратта та застосування азотних добрив є недоцільним. Натомість сорт Софія давав достовірний приріст урожаю від мінеральних добрив $N_{30}P_{40}$.

Ці дані свідчать, що для оптимального живлення сої сорту Софія краще застосовувати інокуляцію насіння та вносити мінеральні добрива в дозі $N_{30}P_{40}$. Отже, обидва сорти високу врожайність забезпечували за інокуляції насіння без азотних добрив, а за їх внесення сорт Аратта не давав приросту врожаю, проте сорт Софія забезпечував невеликий приріст. Така властивість сортів Аратта і Софія робить їх придатними для використання також в системі органічного землеробства, де внесення азотних добрив не допускається. Вивчення норм висіву насіння на різних фонах живлення показало, що сорт Аратта на неудобреному фоні, а також при інокуляції вищу врожайність забезпечував за норми висіву 600 тис/га, а на всіх удобрених фонах – за норми висіву 400 тис/га.

Виявлено, що найбільш сприятливі умови для їх росту й розвитку, формування добре розвиненої надземної маси та фотосинтетичної діяльності рослин створюються за інокуляції насіння, внесення добрив у дозі $N_{60}P_{40}$, норми висіву 600 тис/га та обробки посівів регулятором росту рослин Мегафол. Встановлено, що соя з урожаєм 3,0-3,5 т/га виносить з ґрунту 181-182 кг/га азоту, 52-59 – фосфору й 102-114 – калію.

Натомість стійкий до вилягання сорт Софія на всіх фонах живлення найвищу врожайність формував за норми висіву насіння 600 тис/га і лише на високому фоні добрив – $N_{60}P_{40}$ в поєднанні з інокуляцією оптимальною була норма висіву 400 тис/га. На цьому фоні живлення збільшення норми висіву до 600 тис/га не сприяло підвищенню врожаю, а до 800 тис/га – призводило до його зниження.

Урожайність сої істотно залежала від фону живлення, норм висіву насіння та погодних умов року. Під впливом цих факторів урожайність змінювалась від 1,94 до 3,75 т/га, або на 1,81 т/га, у тому числі за рахунок технологічних заходів – на 41,4%, а 58,6% – за рахунок погодного фактора. Частка впливу сорту у формуванні врожаю сої становила 17%, фону живлення – 37, норм висіву насіння – 8, взаємодії сорту і фону живлення – 15, фону живлення і норми висіву – 14%.

Інокуляція насіння підвищувала врожайність сої сорту Софія на 0,08-0,44 т/га, а сорту Аратта – на 0,15-0,38 т/га. Із загущенням посіву ефективність інокуляції знижувалася. Сорти по-різному реагують на мінеральні добрива. Сорт Аратта не забезпечував приріст врожаю від внесення добрив $N_{30-60}P_{40}$, порівняно з інокуляцією. Сорт Софія забезпечував достовірний приріст урожайності – 0,17 т/га від мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{40}$, а разом з інокуляцією – 0,51 т/га. Для оптимального азотного живлення сорту Аратта достатньо проводити інокуляцію насіння без внесення азотних добрив, а сорту Софія – застосовувати інокуляцію та вносити добрива у дозі $N_{30}P_{40}$. Оптимальна норма висіву насіння сої залежала від сорту і фону живлення. Зі збільшенням дози азотних добрив норму висіву сої слід знижувати. На неудобреному фоні та інокуляції кращою нормою висіву сорту Аратта є 600 тис/га схожого насіння, а на всіх удобрених фонах – 400 тис/га.

Висновки. Розроблено комплекс технологічних заходів вирощування сортів сої Аратта і Софія, який в умовах зрошення забезпечує врожайність 3,0-3,5 т/га за мінімізації використання ресурсів. Посіви сої сортів Аратта

і Софія з високим потенціалом продуктивності формуються за числа рослин при сходах 520-550 тис/га та гілкуванні 1,5-2,0, що досягається за норми висіву 600 тис. насінин на 1 га та польової схожості насіння 87-92%.

Найбільш сприятливі умови для росту й розвитку рослин сої сортів Аратта і Софія, формування добре розвиненої вегетативної маси рослин, площі листя, фотосинтетичної діяльності та оптимальної густоти стеблостою створювалися за інокуляції насіння, внесення добрив у дозі $N_{30}P_{40}$, норми висіву 600 тис/га та обробки посівів регулятором росту рослин Мегафол. Формування і розвиток елементів продуктивності сої значною мірою залежали від норми висіву насіння. Густина стояння рослин створює умови для розвитку всіх елементів продуктивності, які утворюються пізніше.

Оптимальна норма висіву сорту Софія на всіх фонах живлення – 600 тис/га, а на високому фоні – 400 тис/га. Встановлено, що сорт Софія найвищу врожайність забезпечував за інокуляції насіння, внесення добрив у дозі $N_{30}P_{40}$ і сівби нормою висіву 600 тис/га, а сорт Аратта – за інокуляції насіння та норми висіву 600 тис/га. За обробки посівів сої сортів Аратта і Софія найбільший приріст урожайності – 0,35-0,41 т/га забезпечував регулятор росту рослин Мегафол та комплекс мікроелементів і ростових речовин Наномікс – 0,28-0,35 т/га. Найменший приріст урожайності (0,11-0,16 т/га) забезпечував препарат мікроелементів Нановіт.

Список використаних джерел

1. Бабич А. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні. *Пропозиція*. 2000. № 5. С. 38–40.
2. Бабич А.О. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
3. Бахмат О.М. Вдосконалення технології вирощування сої на зерно в умовах Західного Лісостепу України. *Зб. наук. пр. Вінницького ДАУ*. Вінниця, 2009. Вип. 38. С. 11–18.
4. Бахмат О.М. Вплив біологічної активності ґрунту на урожайність зерна сої залежно від способу сівби та інокуляції насіння в умовах західного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства / УААН*. Дніпропетровськ, 2010. № 39. С. 95–98.
5. Бахмат О.М. Комплексне внесення добрив у посівах сої на Поділлі. *Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва : матер. IV Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених, (1-4 черв. 2010 р., м. Сколе Львів. обл.)*. Київ : Ін-т агро-екології НААН, 2010. С. 39–42.
6. Бахмат М.І. Агроекологічні аспекти адаптивної технології вирощування сої : методичні вказівки для студентів спец. «Агрономія» і «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», аспірантів, здобувачів, керівників і спеціалістів агроформувань / метод. вказівки підгот. : Бахмат М.І., Бахмат О.М., Чинчик О.С. Кам'янець-Подільський : Міркотан А.Г., 2013. 38 с.
7. Петриченко В.Ф. Агроекологічні аспекти адаптивної технології вирощування сої в Лісостепу західному. *Посібник українського хлібороба : наук.-практ. зб.* Вінниця, 2013. Т. 2. С. 177–185.
8. Адаптивний потенціал продуктивності сої в умовах центрального Лісостепу України / В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, С.В. Іванюк та ін. *Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб.* Харків : Магда LTD, 2005. Вип. 90. С. 59–66.
9. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Львів : НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
10. Чинчик О.С. Агроекологічне обґрунтування сортової агротехніки вирощування сої в умовах південної частини Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського НАУ*. Львів, 2011. № 15. С. 307–312.

Ivasyk M. V.

Postgraduate Student

Higher Educational Institution "Podillia State University"

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Bakhmat M. I.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,

Professor of the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection

Higher Educational Institution "Podillia State University"

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: ivasyk.myroslava@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6119-9218

INCREASING THE PERFORMANCE OF SOYBEAN GRAIN IN THE CONDITIONS OF PODILLIA

Abstract

Introduction. On the territory of the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine, in particular; the Right-Bank Forest-Steppe, one of the most profitable leguminous crops is soybean, which is in great demand on the domestic and world markets. Therefore, the optimization of soybean cultivation technology, taking into account the biological requirements of the variety adapted to the conditions of the zone, is an urgent scientific problem, the solution of which will make it possible to increase the productivity of the crop and the efficiency of its cultivation.

The purpose of the work was to optimize the main elements of the technology of growing soybean varieties of the new generation, namely: seed sowing rates, the use of mineral and bacterial fertilizers, and plant growth regulators, and to develop complex technological measures of cultivation.

Research methods. Field method - determination of seed yield and biometric measurements, laboratory method - determination of crop structure, moisture content and nutrients in the soil, seed quality, statistical method - to assess the reliability of the obtained data.

Main research results. It was found that the most favorable conditions for their growth and development, the formation of a well-developed above-ground mass and photosynthetic activity of plants are created by seed inoculation, application of fertilizers in a dose of N60P40, a seeding rate of 600 thousand/ha and treatment of crops with the plant growth regulator Megafol. It was established that soybean varieties with a yield of 3.0-3.5 t/ha take 181-182 kg/ha of nitrogen, 52-59 kg/ha of phosphorus and 102-114 kg/ha of potassium.

The scientific **novelty** of research results. Based on the results of the research, a modern model of the cultivation technology of new varieties of Aratta and Sofia soybeans was developed, which meets their biological requirements and makes it possible to maximize the yield potential of these varieties, improve the quality of seeds, and reduce the cost of material resources. New options for the highly efficient use of natural resources by soybeans – water, solar energy, and soil nutrients – have been identified.

Conclusions. A complex of technological measures for the cultivation of Aratta and Sofia soybean varieties has been developed, which in the conditions of the Podillia zone ensures a yield of 3.0-3.5 t/ha while minimizing the use of resources. Soybean crops of the Aratta and Sofia varieties with a high productivity potential are formed by the number of plants with seedlings of 520-550 thousand/ha and branching of 1.5-2.0, which is achieved with the norms of sowing 600 thousand seeds per 1 ha and field germination of seeds of 87- 92%

Key words: soybeans, varieties, growth regulators, bacterial and mineral fertilizers.

References

1. Babych, A., Kolisnyk, S., Poberezhna, A., Nemtsov, A. (2000). Rozmishchennia posiviv i tekhnolohiia vyroshchuvannia soi v Ukraini [Placement of crops and soybean cultivation technology in Ukraine]. *Propozytsiia – Proposal*, 5, 38-40. [in Ukrainian].
2. Babych, A. O., Babych-Poberezhna, A.A. (2011). *Selektsiia, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviti* [Selection, production, trade, and use of soybeans in the world]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
3. Bakhmat, O. M., Chynchyk, O.S. (2009). Vdoskonalennia tekhnolohii vyroshchuvannia soi na zerno v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Improving the technology of growing soybeans for grain in the conditions of the Western Forest-Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho DAU – Collection of Scientific Works of Vinnytsia DAU*, 38, 11-18. [in Ukrainian].
4. Bakhmat, O. M., Chynchyk, O.S. (2010). Vplyv biolohichnoi aktyvnosti gruntu na urozhainist zerna soi zalezno vid sposobu sivby ta inokuliatcii nasinnia v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of soil biological activity on soybean yield depending on the method of sowing and seed inoculation in the conditions of the western forest-steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva – Bulletin of the Institute of Grain Management*, 39, 95-98. [in Ukrainian].
5. Bakhmat, O. M., Chynchyk, O.S. (2010, June 1-4). Kompleksne vnesennia dobryv u posivakh soi na Podilli [Complex application of fertilizers in soybean crops in Podilla]. *Ekolohichni problemy silskohospodarskoho vyrobnytstva – Ecological problems of agricultural production*. Proceedings of the IV Scientific and Practical Conference of Young Scholars. Kyiv : Instytut ahroekolohii NAAN, 39-42. [in Ukrainian].
6. Bakhmat, M.I., Bakhmat, O. M., Chynchyk, O.S. (2013). *Ahroekolohichni aspekty adaptyvnoi tekhnolohii vyroshchuvannia soi* [Agroecological aspects of adaptive technology of soybean cultivation] [Methodical instructions for students of specialties “Agronomy” and “Ecology, environmental protection and sustainable nature management”, graduate students, applicants, managers and specialists]. Kamianets-Podilskyi: Mirkotan, A.H. [in Ukrainian].
7. Petrychenko, V.F., Babych, A.O., Chynchyk, O.S. (2013). Ahroekolohichni aspekty adaptyvnoi tekhnolohii vyroshchuvannia soi v Lisostepu zakhidnomy [Agroecological aspects of adaptive technology of soybean cultivation in western Forest-Steppe]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba: nauково-praktychnyi zbirnyk – Ukrainian farmer’s guide: scientific and practical collection*. Vinnytsia, Vol.2, 177-185. [in Ukrainian].
8. Petrychenko, V.F., Babych, A.O., Ivaniuk, S.V. (2005). Adaptivnyi potentsial produktyvnosti soi v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Adaptive potential of soybean productivity in the conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine]. *Selektsiia i nasinnnytstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk – Selection and seed production: interdepartmental thematic scientific collection*. In V.V., Kyrychenko (Ed.). Kharkiv: Makhda LTD, 90, 59-66. [in Ukrainian].
9. Lykhochvor, V.V., Petrychenko, V.F., Ivashchuk, P.V., Kornichuk, O.V. (2010). *Roslynnnytstvo. Tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur: navchalnyi posibnyk* [Plant growing. Technologies for growing agricultural crops: a study guide]. In V.V., Lykhochvor, V.F., Petrychenko (Eds.). (3rd ed.). Lviv: NVF “Ukrainski tekhnolohii”, 1088. [in Ukrainian].
10. Chynchyk, O.S., Stepas, A.V. (2011). Ahroekolohichne obruntuvannia sortovoi ahrotekhniki vyroshchuvannia soi v umovakh pivdennoi chastyny Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Agroecological substantiation of varietal agrotechnics for growing soybeans in the conditions of the southern part of the Western Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Lvivskoho NAU – Bulletin of Lviv NAU*, 15, 307-312. [in Ukrainian].