

УДК 633.34:631.8:631.5:631.67(477.72)

## ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**Нетис В.І.** – науковий співробітник відділу агротехнологій,  
Інститут зрошуваного землеробства Національної аграрної академії України

У статті наведені результати досліджень впливу фону живлення і норм висіву насіння на продуктивність різних сортів сої в умовах зрошення. Показані сортові особливості вирощування сої. Сорт Аратта найвищу врожайність – 3,04 т/га – формувал за інокуляції насіння азотфіксуючими бактеріями та норми висіву 600 тис./га, а сорт Софія врожайність у 3,20 т/га забезпечував при поєднанні інокуляції насіння із внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{40}$  та сівбі нормою висіву 600 тис./га.

**Ключові слова:** соя, сорт, фон живлення, норма висіву, врожайність.

### **Нетис В.И.** Оптимизация технологии выращивания сои на орошаемых землях юга Украины

В статье приведены результаты исследований влияния фона питания и норм высева семян на продуктивность различных сортов сои в условиях орошения. Показаны сортовые особенности выращивания сои. Сорт Аратта наибольшую урожайность – 3,04 т/га – формировал при инокуляции семян азотфиксирующими бактериями и норме высева семян 600 тыс./га, а София урожайность в 3,20 т/га обеспечивал при сочетании инокуляции семян с внесением минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{40}$  и норме высева 600 тыс./га.

**Ключевые слова:** соя, сорт, фон питания, норма высева, урожайность.

### **Netis V.I.** Optimization of technology cultivation of soybean on irrigated lands of southern Ukraine

The article presents the results of research of the influence of background food and planting rate on the productivity of different soybean varieties in the conditions of irrigation. Shows the varietal characteristics of soybean cultivation. The variety Aratta formed most the highest yield – 3,04 t/ha – at the inoculation of seed nitrogen-fixing bacteria and planting rate of seed 600 thousand/ha, and Sofia – 3,20 t/ha provided at combination of inoculation of seed with top-dressing in the rate of  $N_{30}P_{40}$  and planting rate of 600 thousand/ha.

**Key words:** soybean, variety, background food, planting rate, harvest.

**Постановка проблеми.** На зрошуваних землях півдня України значні площі посіву займає соя – високобілкова олійна культура, яка має великий попит на внутрішньому та світовому ринках. При зрошенні соя є однією з основних і найбільш прибуткових культур, що дає змогу значно поліпшити економічний стан господарств. Тому агропідприємства зацікавлені збільшувати обсяги виробництва насіння цієї культури.

Генетичний потенціал урожайності існуючих сортів сої сягає 4–5 т/га [1, с. 296; 2, с. 91]. Проте на зрошуваних землях України особливості вирощування наявних сортів сої досліджені недостатньо, що не дає змоги повною мірою реалізувати їх можливості. Крім того, значно зросли ціни на добрива, пальне, пестициди, збільшились технологічні витрати, що вимагає пошуку шляхів удосконалення технології вирощування цієї культури.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ряд вчених зазначає, що підвищити рівень урожайності сої можна шляхом максимального використання генетичного потенціалу наявних сортів, шляхом оптимізації технології їх

виращування [1, с. 296; 2, с. 91]. Технологія вирощування сої на зрошуваних землях півдня України неповною мірою враховує сортові особливості, а з таких питань, як застосування азотних добрив, норм висіву насіння, способів сівби та інших елементів технології, висновки вчених часто протилежні.

Багаторічними дослідженнями Інституту зрошуваного землеробства НААН встановлено, що оптимальною нормою добрив під сою, на зрошуваних землях півдня України, є  $N_{60}P_{60}$  та інокуляція насіння азотфіксуючими бактеріями. Більш високі дози азотних добрив не забезпечують подальший ріст її врожаю [3, с. 55]. Інші вчені рекомендують добрива під сою в умовах зрошення вносити в дозі  $N_{90}P_{40}$  [4, с. 22]. Ряд вчених дійшли висновку, що соя на зрошуваних землях високу врожайність здатна забезпечити за інокуляції насіння, без внесення азотних добрив, які вносити недоцільно [1, с. 227]. Рекомендується також для страхування рослин від можливої нестачі азоту, на перших етапах їх розвитку до початку симбіотичної азотфіксації, вносити невеликі стартові дози азотних добрив –  $N_{30}$  [5, с. 7]. Отже, нині серед вчених немає єдиної позиції щодо застосування азотних добрив на сої, якщо проводиться інокуляція насіння азотфіксуючими бактеріями.

Норми висіву сої на зрошуваних землях півдня України вивчало багато вчених [1, с. 342; 3, с. 67; 6, с. 20]. Проте поки що нема єдиного бачення в тому, як треба змінювати норму висіву сої залежно від фону живлення. Одні вважають, що на удобрених фонах її варто знижувати, а інші, навпаки, – збільшувати [7, с. 166; 8, с. 120]. Це питання також потребує досліджень.

Оптимізація всіх елементів технології для конкретного сорту дає змогу максимально реалізувати його урожайний потенціал [2, с. 94]. Проте особливості технології вирощування сортів сої Аратта і Софія, які занесені до Держреєстру сортів України в 2013 і 2015 рр., практично не досліджувались. Лише на сорті Аратта вивчались норми висіву насіння на різних фонах водозабезпечення [6, с. 20].

Наведений вище аналіз літературних джерел свідчить, що щодо сої невирішеними питаннями проблеми є оптимізація азотного живлення та норми висіву насіння сортів нового покоління Аратта і Софія. Тому дослідження впливу інокуляції, мінеральних добрив і норм висіву насіння на продуктивність цих сортів та адаптація технологічних заходів вирощування до їх біологічних вимог є досить актуальними.

**Постановка завдання.** Метою досліджень було оптимізувати елементи технології вирощування сортів сої Аратта і Софія в умовах зрошення, які б повною мірою відповідали біологічним вимогам цих сортів і давали змогу максимально реалізувати їх урожайний потенціал.

Дослідження проводились у 2015–2017 рр., на полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, у трифакторному досліді, схема якого наведена в табл. 1. Грунт дослідного поля темно-каштановий із вмістом гумусу 2,1%. Попередником сої була пшениця озима. Польові досліді закладали методом розщеплених ділянок, в чотириразовій повторності. Облікова площа ділянок становила 12,6–27 м<sup>2</sup>. Агротехніка в досліді була загальноприйнята для сої на зрошуваних землях півдня України, крім досліджуваних факторів. Сіяли сорти сої Аратта і Софія, з міжряддями 45 см. У день сівби насіння обробляли препаратом азотфіксуючих бактерій на базі штаму *Bradyrhizobium japonicum* 634 b. На ділянках вологість шару ґрунту 0,5 м поливами підтримували на рівні 70% НВ. Збір врожаю з діля-

нок проводили комбайном «Sampro-130». Досліди проводили за методикою Б.А. Доспехова [9, с. 248].

У роки досліджень погодні умовами були різні. У 2015 р. до цвітіння вони були сприятливими для росту і розвитку сої. Натомість пізніше утримувалася суха й спекотна погода, середньодобова температура повітря на 2,3–3,3 °С перевищувала норму. У 2016 р. погодні умови загалом були більш сприятливими, ніж у 2015 і 2017 рр., але також недостатньо сприятливими для наливу насіння. В окремі дні температура повітря сягала 37–38 °С. Погодні умови 2017 р. були посушливими, з високими температурами повітря (до 40 °С) і суховіями та дуже несприятливими для формування і наливу насіння.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Досліди показали, що врожайність сої значною мірою залежить від сорту, фону живлення, норм висіву насіння та погодних умов року. Під впливом цих факторів її врожайність змінювалась від 1,94 до 3,75 т/га або на 1,81 т/га, зокрема завдяки технологічним заходам – на 41,4%, а 58,6% – завдяки погодному фактору (табл. 1).

Таблиця 1

**Урожайність сої в роки досліджень залежно від сорту,  
фону живлення та норми висіву насіння, т/га**

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Норма висіву, тис./га (С)	Урожайність за роками, т/га				± до контролю по фактору, т/га		
			2015	2016	2017	середня	сорт	фон живлення	норма висіву
Аратта	без добрив	400	1,94	2,97	2,70	2,54	-	-	-
		600	2,18	3,03	2,78	2,66	-	-	+0,12
		800	2,16	3,00	2,85	2,67	-	-	+0,13
	інокуляція	400	2,32	2,98	3,15	2,82	-	+0,28	-
		600	2,64	2,87	3,60	3,04	-	+0,38	+0,22
		800	2,57	2,86	3,04	2,82	-	+0,15	0
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> + інокуляція	400	2,48	2,93	2,83	2,75	-	+0,21	-
		600	2,75	2,82	2,54	2,70	-	+0,04	-0,05
		800	2,61	2,78	2,30	2,56	-	-0,11	-0,19
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> + інокуляція	400	2,43	2,95	2,80	2,73	-	+0,19	-
		600	2,65	2,92	2,50	2,69	-	+0,03	-0,04
		800	2,32	2,82	2,20	2,45	-	-0,22	-0,28
Софія	без добрив	400	2,16	3,12	2,10	2,46	-0,08	-	-
		600	2,43	3,24	2,40	2,69	+0,03	-	+0,23
		800	2,49	3,26	2,51	2,75	+0,08	-	+0,29
	інокуляція	400	2,41	3,46	2,82	2,90	+0,08	+0,44	-
		600	2,70	3,45	2,95	3,03	-0,01	+0,34	+0,13
		800	2,76	3,42	2,30	2,83	+0,01	+0,08	-0,07
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> + інокуляція	400	2,65	3,64	2,51	2,93	+0,18	+0,47	-
		600	2,83	3,75	3,02	3,20	+0,50	+0,51	+0,27
		800	2,77	3,48	2,60	2,95	+0,39	+0,20	+0,02
	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> + інокуляція	400	2,63	3,64	2,40	2,89	+0,13	+0,43	-
		600	2,79	3,57	2,10	2,82	+0,39	+0,13	-0,07
		800	2,53	3,38	2,18	2,70	+0,25	-0,05	-0,19
НІР <sub>0</sub> 5	для фактора А, т/га		0,13	0,28	0,26	0,08			
	для фактора В, т/га		0,16	0,13	0,11	0,06			
	для фактора С, т/га		0,15	0,25	0,07	0,06			

Суттєву ефективність забезпечувала інокуляція насіння сої препаратом азотфіксуючих бактерій. Приріст урожайності від інокуляції становив 0,08–0,44 т/га. Сорти практично однаково реагували на цей захід. Так, інокуляція насіння сорту Софія давала приріст урожайності 0,08–0,44 т/га, а Аратта – 0,15–0,38 т/га.

Приріст урожаю від інокуляції насіння спостерігалася за всіх норм висіву. Проте із загушенням посіву ефективність її знижувалася. Так, за норми висіву сорту Софія 400 тис./га урожайність від інокуляції збільшувалася на 0,44 т/га, за норми 600 тис./га – на 0,34 т/га, а за норми 800 тис./га вона зменшувалася до 0,08 т/га. Аналогічна закономірність спостерігалась і на сорті Аратта. Отже, високі норми висіву сої призводили до зниження ефективності інокуляції насіння. Це пояснюється тим, що зі збільшенням густоти стояння рослин знижується освітленість у посіві, а отже, знижується й інтенсивність фотосинтезу та надходження асимілятів до бульбочок. За даними ряду вчених, у разі збільшення норми висіву сої зменшується кількість і маса бульбочок на її коренях [10, с. 12]. Тому для одержання високої ефективності інокуляції сої не варто допускати надмірної норми висіву.

На врожайність сої впливали й мінеральні добрива. Але сорти по-різному реагували на їх застосування. Сорт Аратта не забезпечував приросту врожаю від внесення добрив  $N_{30}P_{40}$ , порівняно з інокуляцією. Крім того, добрива призводили до зниження його врожайності на 0,08–0,37 т/га, на загущених посівах і високому фоні азотних добрив –  $N_{60}P_{40}$ , через вилягання рослин. Ці дані свідчать, що при інокуляції насіння застосування азотних добрив на сорті Аратта є недоцільним. Натомість сорт Софія достовірно збільшував урожайність від мінеральних добрив  $N_{30}P_{40}$  на 0,17 т/га, порівняно з однією інокуляцією. Більш високі дози азотних добрив –  $N_{60}P_{40}$  не забезпечували приросту врожаю, порівняно з дозою  $N_{30}P_{40}$ , а навіть знижували врожайність за норми висіву 600 000 і 800 000 га. Ці дані свідчать, що для оптимального живлення сої сорту Софія краще застосовувати інокуляцію насіння та вносити мінеральні добрива у дозі  $N_{30}P_{40}$ .

Вивчення норм висіву насіння на різних фонах живлення показало, що сорт Аратта на неудобреному фоні, а також при інокуляції вищу врожайність формував за норми висіву 600 тис./га, а на всіх удобрених фонах – за норми висіву 400 тис./га. Це пояснюється тим, що цей сорт на удобрених фонах формував велику надземну масу та за норм висіву 600 000 і 800 000 на 1 га у 2016 р. вилягав і знижував урожай, тому кращі результати він забезпечував за меншої норми висіву, де вилягання не було. Найбільше урожай знижувався при загущенні посівів на високому фоні добрив.

Натомість 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. Загалом більше реагує на відхилення від оптимальної норми висіву сорт Аратта, що зумовлено схильністю його до вилягання при загущенні посівів. Ці дані свідчать, що для реалізації урожайного потенціалу сорти сої Аратта і Софія потребують різних норм висіву, а оптимальна норма висіву сорту залежить від фону живлення. Зі збільшенням дози азотних добрив норму висіву сої слід знижувати.

Встановлено, що сорт Софія найвищу врожайність – 3,20 т/га – забезпечував за інокуляції насіння, внесенні добрив у дозі  $N_{30}P_{40}$  і сівбі нормою висіву 600 тис./га, а сорт Аратта – 3,04 т/га за інокуляції насіння і норми висіву 600 тис./га.

Аналіз економічних показників по варіантах досліду свідчить, що сорти Аратта і Софія забезпечують практично однакову економічну ефективність. Найвищі чистий прибуток (22 858 і 22 770 грн/га) та рентабельність (204,3 і 203,9% відповідно) вони забезпечували на варіанті з інокуляцією насіння без внесення мінеральних добрив та норми висіву 600 тис. насінин на 1 га (табл. 2). Різниця цих показників між сортами неістотна.

Таблиця 2

**Економічна ефективність вирощування сої залежно від сорту, фону живлення і норми висіву насіння (середнє за 2015-2017 рр.)**

Фон живлення	Норма висіву, тис./га	Умовно чистий прибуток, грн/га		Собівартість, грн/т		Рівень рентабельності, %	
		Аратта	Софія	Аратта	Софія	Аратта	Софія
без добрив	400	17588	16830	4276	4359	161,9	157,0
	600	18644	18957	4191	4153	167,2	169,7
	800	18318	19188	4339	4223	158,1	165,3
інокуляція	400	20824	21693	3816	3720	193,5	201,1
	600	22858	22770	3681	3685	204,3	203,9
	800	19931	20023	4132	4125	171,0	171,5
$N_{30}P_{40}$ + інокуляція	400	18354	20129	4525	4330	147,5	158,7
	600	17355	22688	4772	4110	134,7	172,5
	800	15351	19459	5204	4604	135,2	143,3
$N_{60}P_{40}$ + інокуляція	400	17426	19029	4817	4616	132,5	142,6
	600	16588	17809	5034	4885	122,5	129,3
	800	13473	16025	5701	5265	96,5	112,7

На фоні інокуляції насіння внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30-60}P_{40}$  призводило до значного збільшення витрат коштів та зниження чистого прибутку у сорту Аратта. Натомість сорт Софія, при внесенні добрив у дозі  $N_{30}P_{40}$  + інокуляція забезпечував прибавку врожаю 0,17 т/га і чистий прибуток 22 680 грн/га, що не менше, ніж за однієї інокуляції. Але враховуючи, що на фоні  $N_{30}P_{40}$  + інокуляція урожайність була вищою на 0,17 т/га, ніж за однієї інокуляції, цей варіант забезпечує вищий ріст виробництва насіння сої і є економічно більш ефективним, ніж одна інокуляція.

**Висновки і пропозиції.** Для максимальної реалізації урожайного потенціалу сорти сої Аратта і Софія вимагають різних технологічних заходів вирощування. Високу ефективність забезпечує інокуляція насіння азотфіксуючими бактеріями. Інокуляція насіння сорту Аратта давала прибавку врожаю 0,15–0,38 т/га, а сорту Софія – 0,08–0,44 т/га. Зі збільшенням густоти стояння рослин ефективність інокуляції знижується.

Сорти по-різному реагують на мінеральні добрива. Сорт Аратта не забезпечував прибавки врожаю від внесення добрив  $N_{30-60}P_{40}$ , порівняно з інокуляцією. Сорт Софія давав достовірну прибавку врожаю – 0,17 т/га від мінеральних доб-

рив у дозі  $N_{30}P_{40}$ , порівняно з однією інокуляцією. Тому для оптимального живлення цього сорту краще застосовувати інокуляцію насіння та внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{40}$ .

Оптимальна норма висіву сої залежить від сорту і фону живлення. Зі збільшенням дози азотних добрив норму висіву сої варто знижувати. На неудобреному фоні та інокуляції кращою нормою висіву сорту Аратта є 600 тис./га, а на всіх удобрених фонах – 400 тис./га. Оптимальна норма висіву сорту Софія на всіх фонах живлення становить 600 тис./га і лише на високому фоні добрив 400 тис./га.

Сорт Аратта найвищу врожайність та економічну ефективність забезпечує за інокуляції насіння та норми висіву 600 тис./га, а сорт Софія – за інокуляції та внесенні добрив у дозі  $N_{30}P_{40}$  і сівби нормою висіву 600 тис./га. Внесення мінеральних добрив на сорті Аратта призводило до значного зниження умовно чистого прибутку порівняно з однією інокуляцією.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф.Ф. Адамень, В.А. Вергунов, П.Н. Лазер, И.Н. Вергунова. К.: Аграрна наука, 2006. 456 с.
2. Вожегова Р.А. Интенсивні технології вирощування сої в умовах зрошення півдня України: монографія / Р.А. Вожегова, В.О. Найдюнова, М.А. Мельник. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2015. 176 с.
3. Заверюхин В.И. Возделывание сои на орошаемых землях. М.: Колос, 1981. 158 с.
4. Вожегова Р.А. Продуктивність сої за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив при зрошенні / Р.А. Вожегова, В.О. Найдюнова, Л.А. Воронюк. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: Грінь Д.С., 2016. Вип. 65. С. 20–22.
5. Шевніков М.Я. Агроекологічні основи застосування біологічних, фізичних та хімічних засобів у технологіях вирощування сої в лісостепу України: автореф. дис. ... док. с.-г. наук: 06.01.09. Харків, 2010. 40 с.
6. Булигін Д.О. Вплив режимів зрошення та густоти стояння рослин на продуктивність середньостиглих сортів сої в південному регіоні України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.02. Херсон: ДВНЗ «Херсонський держ. аграрний ун-т», 2014. 20 с.
7. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. 429 с.
8. Кузин В.Ф. Возделывание сои на Дальнем востоке / под ред. Г.Т. Казьмина. Благовещенск: Хабаровское книжное издательство, 1976. 248 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Фадеев Л.В. Точная технология будущего начинается сегодня. Соя. *Современный фермер*. 2016. № 3. С. 11–16.