УДК 635.655:631.5(631.8)

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ІНОКУЛЯЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ТА НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

О. В. Фурман¹

DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202191-07

Мета. Встановлення впливу інокуляції насіння мікробним препаратом поліфункціональної дії на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій та різних норм і строків внесення мінеральних добрив на формування індивідуальної та насінневої продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного. **Методи.** Польовий (для вивчення взаємодії об'єкта досліджень з біотичними та абіотичними факторами), пробного снопа (для визначення індивідуальної продуктивності рослин), суцільного збирання (для визначення урожаю насіння), статистичний (для визначення вірогідності отриманих результатів досліджень), порівняльно-розрахунковий. **Результати.** За результатами досліджень встановлено, що найбільш сприятливі умови для формування оптимальних параметрів індивідуальної продуктивності рослин скоростиглого сорту сої Вільшанка та середньостиглого сорту Сузір'я створювались за умови проведення інокуляції насіння препаратом фосфонітрагін та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$, що в підсумку позитивно вплинуло на рівень врожаю в цілому. **Висновки.** Модель технології вирощування інтенсивних сортів сої Вільшанка та Сузір'я, що передбачає застосування інокуляції насіння бактеріальним препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*), та внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення і N_{15} у підживлення у фазі бутонізації забезпечила найвищі значення показників індивідуальної та насінневої продуктивності: кількість бобів (24,7 та 28,8 шт./рослині, відповідно), кількість насінин (51,0 та 56,1 шт./рослині), маса 1000 насінин (147,2 і 144,6 г), урожайність (2,91 та 3,17 т/га). Організовані фактори сприяли формуванню оптимальної висоти прикріплення нижнього бобу у рослин, що позитивно вплинуло на збереження врожаю та полегшувало механізоване збирання культури. Удосконалення технології вирощування сортів сої Вільшанка та Сузір'я на основі бактеріально-мінерального живлення зумовило отримання найвищого рівня рентабельності, відповідно 124 та 160%, і коефіцієнтів енергетичної ефективності – 2,20 та 2,40.

Ключові слова: соя, сорт, інокуляція, мінеральне добриво, азотне підживлення, індивідуальна продуктивність, висота прикріплення нижнього бобу, урожайність.

Фурман Олег Валерійович, аспірант, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», вул. Машинобудівників, 2б, смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., 08162, Україна, e-mail: furmanov918@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7130-005X>

Вступ. Постановка проблеми. Соя (*Glycine max (L) Merrill*) – стратегічна зернобобова культура світового землеробства ХХІ століття. Її вирощування є вагомим фактором вирішення дефіциту білка, поповнення ресурсів жирів, збільшення запасів азоту в ґрунті, одержання екологічно чистої продукції та підвищення продуктивності одиниці сівозмінної площі, тому сьогодні соя займає провідні позиції в Україні як за темпами збільшення площ посівів, так і за обсягами її виробництва [1, 5, 14].

Завдяки досягненням селекціонерів нині створені високотехнологічні і

¹ Науковий керівник – доктор с.-г. наук Вишнівський Петро Станіславович

високопродуктивні вітчизняні сорти сої нового покоління. Проте біологічний потенціал їх продуктивності поки що реалізується лише на 38-56%, внаслідок чого у виробничих умовах в Україні урожайність насіння за останні 5 років рідко перевищувала 2,0 т/га, в той час як метою є 4,5-5,0 т/га й більше [1,2,6,8].

Визначальною умовою підвищення продуктивності посівів сої є розробка та впровадження у виробництво таких технологій її вирощування, які найбільш повно відповідають генетичним особливостям сорту та враховують взаємодію рослинного організму із сукупним впливом гідротермічних умов і антропогенних факторів [2, 13], що особливо важливо за останніх тенденцій зміни клімату, оскільки збільшення кількості аномальних погодних явищ висуває підвищені вимоги до сучасних сортів [6, 7]. У зв'язку з цим актуальним завданням, яке стоїть перед технологами, є корекція технології вирощування сортів сої з урахуванням вимог культури до факторів життя [2,3,10,14]. До найважливіших чинників інтенсифікації при вирощуванні сої належать сорт, інокуляція та мінеральні добрива.

Мета та завдання дослідження. Тому метою наших досліджень було встановлення впливу інокуляції насіння мікробним препаратом поліфункціональної дії на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих бактерій та різних норм і строків внесення мінеральних добрив на формування індивідуальної та насінневої продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного.

Матеріали та методи. Польові дослідження проводили впродовж 2013-2015 рр. на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН на базі ДПДГ «Саливонківське».

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий за гранулометричним складом. Вміст гумусу в шарі 0-20 см – 4,56%, у шарі 20-50 см – 4,27%, рН сольової витяжки – 6,7-7,2. Ґрунтовий покрив характеризується високим вмістом валових і рухомих форм поживних речовин.

Закладенням польового дослідження передбачалось вивчення дії та взаємодії трьох факторів: А – сорт: Вільшанка (скоростиглий), Сузір'я (середньостиглий); Б – передпосівна обробка насіння: без інокуляції, Фосфонітрагін; В – удобрення: без добрив (контроль); $P_{60}K_{60}$; $N_{15}P_{60}K_{60}$; $N_{30}P_{60}K_{60}$; $N_{45}P_{60}K_{60}$; $P_{60}K_{60} + N_{15}$; $N_{15}P_{60}K_{60} + N_{15}$; $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$. Повторність дослідження – чотириразова. Розміщення варіантів – систематичне. Площа облікових ділянок – 25 м². Попередник – пшениця озима. Технологія вирощування сої – загальноприйнята для Лісостепу правобережного України, за винятком факторів, що вивчались у досліді.

Система удобрення передбачала внесення фосфорних і калійних добрив (суперфосфат гранульований та сіль калійна) з розрахунку $P_{60}K_{60}$ під основний обробіток ґрунту, а також азотних (аміачна селітра) – згідно схеми дослідження: під передпосівну культивування та у підживлення рослин у фазі бутонізації. Інокуляцію проводили комплексним бактеріальним препаратом для сої на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуєчих

мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*). Норма висіву – 700 тис. насінин на 1 га.

Під час проведення досліджень керувалися «Основами наукових досліджень в агрономії» [12] та «Методиками державного сорто випробування сільськогосподарських культур» [11].

Погодні умови в роки проведення досліджень значно відрізнялись. У 2013 році, залежно від тривалості вегетаційного періоду, ріст і розвиток рослин проходив при середньодобовій температурі 19,1-19,8°C, сумі опадів – 251,4-334,0 мм та сумі накопичених активних температур ($>10, ^\circ\text{C}$) – на рівні 2036,3-2258,7°C. У 2014 році значення зазначених показників становили, відповідно, 18,6-19,5°C, 308,7-337,2 мм та 2020,4-2216,7°C; у 2015 році – 21,1-21,6°C, 135,3-166,5 мм та 2040,5-2324,4°C. В останній рік проведення досліджень вегетація сої відбувалась на фоні екстремальних гідротермічних умов, унаслідок чого гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період становив 0,6-0,7 при оптимальному значенні для культури – 1,0-1,7 [14].

Результати дослідження та обговорення. Формування врожаю насіння сої – це надзвичайно складний процес, що пояснюється слабкою здатністю рослин до регулювання кількості плодоносних стебел, тривалою диференціацією генеративних органів та значною залежністю їхнього розвитку від зовнішніх умов [3]. Саме тому урожайність є інтегральним показником, який дозволяє оцінити ефективність технології вирощування цієї культури та відповідність її біологічним вимогам сорту. Значною мірою рівень продуктивності сої визначається структурою та індивідуальною продуктивністю окремих рослин [15].

Під впливом конкретних ґрунтово-кліматичних умов, гідротермічних особливостей впродовж вегетації та технологічних заходів у формуванні структури урожаю відбуваються певні зміни, які відображають забезпеченість рослин факторами життя впродовж їх росту і розвитку [15]. Повною мірою реалізувати біолого-генетичний потенціал сортів та отримати максимальну їх продуктивність можливо лише за оптимального співвідношення між структурними елементами врожаю та агротехнічними і погодними умовами під час вегетації рослин [14].

Структурними показниками є наступні елементи: кількість бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса 1000 насінин та маса насіння з однієї рослини [1, 4].

За результатами наших досліджень визначено, що застосування мінеральних добрив та проведення інокуляції насіння фосфонітрагіном позитивно впливали на формування структури урожаю сортів сої (табл. 1).

З усіх структурних елементів урожайності сої найбільш нестабільним показником є кількість бобів на рослині, оскільки під впливом різних чинників довкілля та біологічних особливостей сорту на одній рослині їх може формуватися від 10 до 500 шт. [14].

У наших дослідженнях на варіантах без інокуляції та удобрення кількість бобів на одній рослині у сортів Вільшанка та Сузір'я становила, відповідно, 13,8 та 16,9 шт./рослині. Проведення бактеризації насіння збільшувало отримані

значення на 21,7 та 19,5%. Більш інтенсивному формуванню бобів на рослині сприяло внесення мінеральних добрив – залежно від варіанту досліду їх кількість порівняно до контролю зростала на 22,5-51,4% у скоростиглого сорту та 23,7-47,9% – у середньостиглого.

Найбільша кількість бобів на одній рослині, як у сорту Вільшанка (24,7 шт./рослині), так і в сорту Сузір'я (28,8 шт./рослині), була сформована на варіантах, які передбачали сумісну дію оброблення насіння фосфонітрагіном та внесення $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у фазі бутонізації – отримані значення перевищували результати контрольного варіанту, відповідно на 79 та 70,4 %.

Таблиця 1

Біометрична структура сортів сої залежно від норм мінеральних добрив та інокуляції (у середньому за 2013-2015 рр.)

Удобрення	Висота прикріплення нижнього бобу, см		Кількість плодоелементів, шт./роsl				Маса насіння з однієї рослини, г	
			бобів		насіння			
	проведення передпосівної інокуляції*							
	б/і	і	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Вільшанка								
Без добрив (контроль)	11,7	11,5	13,8	16,8	26,4	28,9	3,53	4,04
P ₆₀ K ₆₀	11,9	11,8	16,9	20,7	32,1	40,9	4,39	5,77
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	12,0	12,3	17,8	21,1	33,9	41,9	4,65	6,00
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	12,2	12,9	18,0	21,9	34,9	45,5	4,83	6,55
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	12,6	13,4	19,8	22,6	38,7	47,7	5,39	6,90
P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	12,0	12,4	17,9	21,3	34,1	43,1	4,70	6,18
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	12,5	13,6	20,6	24,1	39,3	49,4	5,53	7,19
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	12,8	14,1	20,9	24,7	40,4	51,0	5,70	7,50
Сузір'я								
Без добрив (контроль)	11,8	11,9	16,9	20,2	31,4	34,5	4,12	4,69
P ₆₀ K ₆₀	12,1	12,1	20,9	24,6	38,3	45,9	5,08	6,35
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	12,4	12,8	21,9	25,1	40,5	47,9	5,41	6,66
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	12,7	13,5	22,6	25,6	42,4	49,9	5,73	7,01
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	13,1	14,0	23,9	26,7	44,0	51,3	5,99	7,28
P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	12,3	12,8	22,3	25,2	40,6	48,6	5,46	6,77
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	12,8	13,8	24,8	27,5	44,9	53,4	6,19	7,63
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	13,2	14,7	25,0	28,8	45,0	56,1	6,29	8,11
НІР _{0,05} загальна	1,12		2,36		4,12		0,86	
НІР _{0,05} сорт	0,11		0,43		0,87		0,20	
НІР _{0,05} удобрення	0,63		1,24		2,34		0,44	
НІР _{0,05} інокуляція	0,11		0,43		0,87		0,20	

*Примітка: б/і – варіанти досліду без застосування інокуляції;

і – варіанти досліду із застосуванням передпосівної інокуляції

Окрім кількості бобів на одній рослині, важливою характеристикою структури врожаю сої, на яку можна впливати агротехнічними заходами, є кількість насіння з однієї рослини [14]. Згідно представлених результатів

досліджень, проведення бактеризації насіння сприяло зростанню кількості насінин на одній рослині у сорту сої Вільшанка на 2,5 шт./рослині, у сорту Сузір'я – на 3,1 шт./рослині. За умов внесення мінеральних добрив значення даного показника, відносно контрольного варіанту, збільшувались на 21,6-53,0% у скоростиглого сорту та 22,0-43,3% – у середньостиглого сорту. Найбільшу кількість насіння на одній рослині було сформовано на ділянках, де вносили $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у фазі бутонізації – відповідно 40,4 та 45,0 шт./рослині.

Максимальний ефект щодо формування кількості насінин на рослині було відзначено на варіантах досліду, які передбачали сумісну дію інокулянту та удобрення. В результаті проведення зазначених технологічних заходів кількість насінин на одній рослині у сорту Вільшанка становила 40,9-51,0 шт./рослині, у сорту Сузір'я – 45,9-56,1 шт./рослині, що на 54,9-93,6 та 46,2-78,7% більше відносно контролю.

Важливим показником індивідуальної продуктивності сої є також маса її насіння з однієї рослини, яка залежно від умов росту та розвитку і біологічних особливостей сорту може коливатись у межах від 0,1 до 30 г [5, 14]. У наших дослідженнях найбільші значення даного показника були зафіксовані у рослин сорту Сузір'я (8,11 г/рослину), технологія вирощування яких передбачала бактеризацію насіння препаратом фосфонітрагін та внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$.

У сорту Вільшанка максимальна маса насіння з однієї рослини (7,50 г/рослину) була сформована на аналогічному варіанті. За умови внесення лише мінеральних добрив індивідуальна продуктивність рослин у сорту Вільшанка збільшувалась на 24,4-61,5% відносно контрольного варіанту, у сорту Сузір'я – на 23,3-52,7%. У розрізі варіантів удобрення найкращі результати, 5,53-5,70 та 6,19-6,29 г/рослину відповідно, були отримані на варіантах, що передбачали роздрібне внесення азотних добрив. У результаті проведення лише інокуляції маса насіння з однієї рослини зростала відносно контролю на 14,5% у сорту Вільшанка та на 13,8 % у сорту Сузір'я.

Умови вирощування впливають і на масу 1000 насінин сої. Незважаючи на те, що величина даного показника є сортовою ознакою, під впливом різних чинників впливу на ріст та розвиток рослин її значення можуть варіюватись у межах 20-30%, що має тісний зв'язок із рівнем урожайності [1, 5]. У наших дослідженнях у результаті дії та взаємодії факторів інокуляції та удобрення встановлена певна мінливість маси 1000 насінин сої (табл. 2).

Загалом, збільшення значень даного показника відбувалось аналогічно іншим складовим структури урожаю в досліді. Найбільшою масою 1000 насінин в обох сортів сої (Вільшанка – 147,2 г, Сузір'я – 144,6 г) була на варіантах, де проводили інокуляцію насіння фосфонітрагіном та вносили мінеральні добрива в дозі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$. Приріст до контролю складав відповідно 13,6 та 13,3 г, або 10,2 та 10,1%. За результатами проведеного кореляційно-регресійного аналізу встановлений також дуже сильний (сорт Вільшанка $r = 0,977$, сорт Сузір'я $r = 0,966$) позитивний зв'язок між масою 1000 насінин та рівнем накопичення сухої речовини.

Важливим параметром, що визначає придатність рослин сої до механізованого збирання з найменшими втратами насіння є висота прикріплення нижнього бобу, яка має становити не нижче 5-6 см [1].

Таблиця 2

Маса 1000 насінин сої залежно від норм мінеральних добрив та інокуляції, г (у середньому за 2013-2015 рр.)

Удобрення	Вільшанка		Сузір'я	
	проведення передпосівної інокуляції*			
	б/і	і	б/і	і
Без добрив (контроль)	133,6	139,9	131,3	136,1
P ₆₀ K ₆₀	136,6	141,0	132,8	138,3
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	137,1	143,2	133,7	139,1
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	138,3	144,0	135,0	140,6
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	139,1	144,8	136,1	141,8
P ₆₀ K ₆₀ +N ₁₅	137,7	143,3	134,4	139,4
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	140,6	145,6	138,0	142,8
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	141,2	147,2	139,7	144,6
НІР _{0,05} загальна	6,73			
НІР _{0,05} сорт	2,13			
НІР _{0,05} удобрення	4,21			
НІР _{0,05} інокуляція	2,13			

*Примітка: б/і – варіанти дослідів без застосування інокуляції;

і – варіанти дослідів із застосуванням передпосівної інокуляції

За результатами наших досліджень встановлено, що під дією факторів, які вивчались, висота прикріплення нижнього бобу у сорту Вільшанка становила 11,7-14,1 см, у сорту Сузір'я – 11,8-14,7 см, що відповідає допустимим технологічним нормам. Визначено, що на висоту прикріплення нижнього бобу інокуляція насіння фосфонітрагіном без внесення мінеральних добрив не має суттєвого впливу. Однак за умови поєднання бактеризації та мінерального удобрення значення даного показника зростали: у скоростиглого сорту на 0,1-2,4 см, у середньостиглого – на 0,3-2,9 см.

У середньому за 2013-2015 рр. урожайність насіння сої у сорту Вільшанка коливалась у межах 1,89-2,91 т/га, у сорту Сузір'я – 2,19-3,17 т/га (табл.3).

Максимальний урожай сорти сої Вільшанка (2,91 т/га) та Сузір'я (3,17 т/га) формували на ділянках, де вивчали взаємодію бактеризації насіння препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів (*B. mucilaginosus*) та внесення мінеральних добрив у нормі N₃₀P₆₀K₆₀ в основне удобрення та N₁₅ у підживлення в фазі бутонізації. Порівняно з абсолютним контролем приріст урожаю на цих варіантах становив 54,0 та 44,7%.

Отже, найбільш сприятливі умови для формування оптимальних параметрів індивідуальної продуктивності рослин сортів сої Вільшанка та Сузір'я створювались за умови проведення інокуляції насіння препаратом фосфонітрагін та внесення мінеральних добрив в дозі N₃₀P₆₀K₆₀ + N₁₅ у фазі бутонізації, що в підсумку позитивно вплинуло на рівень врожаю в цілому.

Таблиця 3

Урожайність насіння сої залежно від інокуляції та норм мінеральних добрив, т/га (у середньому за 2013-2015 рр.)

Удобрення	Інокуляція	Вільшанка			Сузір'я		
		урожайність, т/га	прибавка до контролю		урожайність, т/га	прибавка до контролю	
			т/га	%		т/га	%
Без добрив (контроль)	б/і	1,89	-	-	2,19	-	-
	і	2,16	0,27	14,3	2,43	0,24	11,0
P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,05	0,16	8,5	2,46	0,27	12,3
	і	2,40	0,51	27,0	2,65	0,46	21,0
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,18	0,29	15,3	2,53	0,34	15,5
	і	2,46	0,57	30,2	2,71	0,52	23,7
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,33	0,44	23,3	2,66	0,47	21,5
	і	2,70	0,81	42,9	2,84	0,65	29,7
N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	б/і	2,47	0,58	30,7	2,73	0,54	24,7
	і	2,73	0,84	44,4	2,88	0,69	31,5
P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	2,23	0,34	18,0	2,58	0,39	17,8
	і	2,50	0,61	32,3	2,74	0,55	25,1
N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	2,48	0,59	31,2	2,79	0,60	27,4
	і	2,81	0,92	48,7	3,02	0,83	37,9
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ + N ₁₅	б/і	2,54	0,65	34,4	2,91	0,72	32,9
	і	2,91	1,02	54,0	3,17	0,98	44,7
HP _{0,05} (АВВ)		0,54	-	-	0,54	-	-

*Примітка: б/і – насіння без інокуляції; і – інокульоване насіння

Ефективність тих чи інших технологічних прийомів обов'язково повинна оцінюватись за рядом економічних та біоенергетичних показників [9], оскільки технологія вирощування будь-якої польової культури має забезпечувати не лише її найвищу продуктивність, але й відповідати сучасним вимогам щодо ресурсоощадності та енергоємності. Перспективними вважають такі технологічні елементи, при впровадженні яких економічні та енергетичні витрати на виробництво основної продукції менші, а рівень рентабельності, окупність 1 гривні витрат та коефіцієнт енергетичної оцінки – більші.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що модель технології, яка забезпечувала найвищу врожайність сортів сої Вільшанка та Сузір'я, була і найбільш економічно та енергетично ефективною: чистий прибуток становив відповідно 28174 та 34124 грн/га, рівень рентабельності – 124 і 160%, коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,20 та 2,40.

Висновки. Встановлено, що формування біометричної структури сортів сої та величини урожаю насіння значною мірою зумовлюється дією технологічних чинників та реакцією сорту на дію та взаємодію елементів технології вирощування. Визначено, що найсприятливіші умови для формування оптимальних параметрів індивідуальної та насінневої продуктивності рослин сої скоростиглого сорту Вільшанка та середньостиглого сорту Сузір'я створювались

за сумісної дії інокуляції насіння бактеріальним препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Br. japonicum*) і фосфатмобілізуючих мікроорганізмів (*B. tucilaginosus*) та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$. Зазначена модель технології вирощування виявилась найбільш прибутковою та енергетично доцільною.

Список бібліографічних посилань

1. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. 548 с.
2. Бабич А.О., Колісник С.І., Кобак С.Я. та ін. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 113-121.
3. Головащук Є.О., Ситар О.В., Таран Н.Ю., Каленська С.М. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення. *Вісник аграрної науки*. Київ, № 1. 2008. С. 17- 19.
4. Григоренко С.В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача. *Plant varieties studying and protection*. Київ, 2019. Т. 15. № 2. С. 143-154.
5. Іванюк С.В. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 21. С. 50- 55.
6. Іванюк С.В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 71. С. 34- 40.
7. Камінський В.Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зерно-бобових культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2006. № 6. С. 20-25.
8. Камінський В.Ф., Мосьондз Н.П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2010. № 67. С. 45-50.
9. Крайняк О.К. Економічний та біоенергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур. *Інноваційна економіка. Економічна діагностика підприємства*. Тернопіль, 2008. № 3. С. 109-113.
10. Мельник А.В., Романько Ю.О. Урожайність насіння сої залежно від технології вирощування в умовах лівобережного лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, Вип. 2(31). 2016. С. 131-135.
11. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 1. Загальна частина / ред. : В.В. Волкодав; Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин. Київ, 2000. 100 с.
12. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В.О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.
13. Петриченко В.Ф. Агроекологічна оцінка сортів сої в умовах північного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця, 2002. Вип. 11. С. 3- 7.
14. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Іванюк С.В. та ін. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.
15. Lavrynenko Y.O., Kuzmych V.I., Klubuk V.V. Regression and correlation analysis of soybean productivity elements. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2015. № 92. С. 60-64.

References

1. Babych A.O., Babych-Poberezhna A.A. (2011). Seleksiia, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviti [Selection, production, trade and use of soybeans in the world]. Kyiv, Ahrarna nauka, 548 p. [in Ukrainian].
2. Babych A.O., Kolisnyk S.I., Kobak S.Ya. et al. Teoretychne obgruntuvannia ta shliakhy optymizatsii sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannia soi v umovakh Lisostepu Ukrainy [Theoretical substantiation and ways of optimization of varietal technology of soybean cultivation in the conditions of the

Forest-steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feed and feed production], 2011, issue 69, pp. 113-121 [in Ukrainian].

3. Holovashchuk Ye.O., Sytar O.V., Taran N.Yu., Kalenska S.M. Produktivnist ta yakist nasinnia soi za riznykh umov azotnoho zhyvlennia [Productivity and quality of soybean seeds under different conditions of nitrogen nutrition]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2008, no. 1, pp. 17-19 [in Ukrainian].

4. Hryhorenko S.V. Biometrychni pokaznyky sortiv soi zalezno vid zastosuvannia dobrovy, rehulatoriv rostu ta volohoutrymuvacha [Biometric indicators of soybean varieties depending on the application of fertilizer, growth regulators and moisture retention]. *Plant varieties studying and protection*, 2019, vol. 15, no. 2, pp. 143-154 [in Ukrainian].

5. Ivaniuk S.V. Potentsial produktyvnosti soievoho polia [Soybean field productivity potential]. *Ahrobiznes sohodni* [Agribusiness today], 2015, no. 21, pp. 50-55 [in Ukrainian].

6. Ivaniuk S.V. Formuvannia sortovykh resursiv soi vidpovidno do bioklimatynoho potentsialu rehionu vyroshchuvannia [Formation of soybean varietal resources in accordance with the bioclimatic potential of the growing region]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feed and feed production], 2012, issue 71, pp. 34-40 [in Ukrainian].

7. Kaminskyi V.F. Ahrometeorologichni osnovy vyrobnytstva zernobobovykh kultur v Ukraini [Agrometeorological bases of legume production in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 2006, no. 6, pp. 20-25 [in Ukrainian].

8. Kaminskyi V.F., Mosondz N.P. Formuvannia produktyvnosti soi zalezno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of soybean productivity depending on agrotechnical measures in the conditions of the northern Forest-steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feed and feed production], 2010, no. 67, pp. 45-50 [in Ukrainian].

9. Krainiak O.K. Ekonomichni ta bioenerhetychni analiz tekhnologii vyroshchuvannia zernobobovykh kultur [Economic and bioenergy analysis of legume growing technologies]. *Innovatsiina ekonomika. Ekonomichna diahnostyka pidpriemstva* [Innovative economy. Economic diagnostics of the enterprise.], 2008, no. 3, pp. 109-113 [in Ukrainian].

10. Melnyk A.V., Romanko Yu.O. Urozhainist nasinnia soi zalezno vid tekhnologii vyroshchuvannia v umovakh livoberezhnoho lisostepu Ukrainy [Yield of soybean seeds depending on the technology of cultivation in the left-bank forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University], 2016, issue 2(31), pp. 131-135 [in Ukrainian].

11. Volkodav V.V. (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur* [Methods of state variety testing of crops]. Derzh. komis. Ukrainy po vyprobuvanni ta okhroni sortiv rosllyn [State commission of Ukraine on testing and protection of plant varieties]. Kyiv, 100 p. [in Ukrainian].

12. Yeshchenko V.O. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Kyiv, Diia, 288 p. [in Ukrainian].

13. Petrychenko V.F. Ahroekologichna otsinka sortiv soi v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Agroecological assessment of soybean varieties in the northern Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu* [Collection of scientific works of the Vinnytsia State Agrarian University], 2002, issue 11, pp. 3-7 [in Ukrainian].

14. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V., Ivaniuk S.V. (2016). *Soia: monohrafiia* [Soy: monograph]. Vinnytsia, Dilo, 400 p. [in Ukrainian].

15. Lavrynenko Y.O., Kuzmych V.I., Klubuk V.V. Regression and correlation analysis of soybean productivity elements. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Taurian Scientific Bulletin], 2015, no. 92, pp. 60-64.

Furman O.V. Influence of mineral fertilizers and inoculation on the formation of individual and seed productivity of soybean in conditions of the Right-Bank Forest-Step.

Purpose. To establish the effect of seed inoculation with a microbial preparation of multifunctional action based on nitrogen-fixing and phosphorus-mobilizing bacteria and different doses and terms of mineral fertilizing on formation of individual and seed productivity of soybeans in the Right-Bank Forest-Steppe.

Methods. Field (to study the interaction of the object of study with biotic and abiotic factors), test sheaf (to determine the individual productivity of plants), harvesting (to determine the seed yield), statistical (to determine the probability of research results), comparative calculation. **Results.** According to the research results, the most favourable conditions for the optimal parameters of plants individual productivity formation of early-maturing soybean of the Vilshanka and medium-ripening Suzirya varieties were created due to the seeds inoculation by phosphonitrugin and mineral fertilizing in the dose of $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ in the phase of budding, what positively affected the level of yield as a whole. **Conclusions.** The technology model for intensive growing of the Vilshanka and Suzirya soybean varieties, which involves the use of seeds inoculation by a bacterial preparation based on strains of nodule bacteria (*Br. Japonicum*) and phosphate-mobilizing microorganisms (*B. mucilaginosus*) and introduction of $N_{30}P_{60}K_{60}$ in the main fertilizing and extra-feeding with N_{15} provided the highest values of individual and seed productivity: the number of beans (24.7 and 28.8 pcs/plant, respectively), the number of seeds (51.0 and 56.1 pcs/plant), the weight of 1000 seeds (147.2 and 144.6 g), yield (2.91 and 3.17 t/ha). The organized factors ensured the optimal height of the lower bean attachment on the plant, which had a positive effect on yield preservation and facilitated mechanized harvesting. Improving the technology of growing the Vilshanka and Suzirya soybean varieties on the basis of bacterial and mineral nutrition has led to the highest level of profitability, respectively 124 and 160%, and energy efficiency ratios (2.20 and 2.40).

Key words: soybean, variety, inoculation, mineral fertilizer, nitrogen fertilizing, individual productivity, height of the lower bean attachment, yield.

Furman Oleh V., Post-graduate student, National Research Center “Institute of Agriculture of NAAS”, 2b Mashynobudivnykiv st., Chabany village, Kyiv-Sviatoshyne district, Kyiv region, 08162, Ukraine, e-mail: furmanov918@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7130-005X>

Фурман О.В. Влияние минеральных удобрений и инокуляции на формирование индивидуальной и семенной продуктивности сои в условиях Лесостепи правобережной

Цель. Определить влияние инокуляции семян микробным препаратом полифункционального действия на основе азотфиксирующих и фосформобилизующих бактерий, а также различных норм и сроков внесения минеральных удобрений, на формирование индивидуальной и семенной продуктивности сои в условиях Лесостепи правобережной. **Методы.** Полевой (для изучения взаимодействия объекта исследований с биотическими и абиотическими факторами), пробного снопа (для определения индивидуальной продуктивности растений), сплошного сбора (для определения урожая семян), статистический (для определения достоверности полученных результатов исследований), сравнительно-расчетный. **Результаты.** Согласно результатам исследований установлено, что наиболее благоприятные условия для формирования оптимальных параметров индивидуальной продуктивности растений скороспелого сорта сои Вильшанка и среднеспелого сорта Сузирья создавались при условии проведения инокуляции семян препаратом фосфонитрагин и внесения минеральных удобрений в норме $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$, что в итоге положительно повлияло на уровень урожая в целом. **Выводы.** Модель технологии выращивания интенсивных сортов сои Вильшанка и Сузирья, предусматривающей применение инокуляции семян бактериальным препаратом на основе штаммов клубеньковых бактерий (*Br. Japonicum*) и фосфатмобилизующих микроорганизмов (*B. mucilaginosus*) и внесение $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основное удобрение и N_{15} в подкормку в фазе бутонизации, обеспечила высокие значения показателей индивидуальной и семенной продуктивности: количество бобов (24,7 и 28,8 шт./растении соответственно), количество семян (51,0 и 56,1 шт./растении), масса 1000 семян (147,2 и 144,6 г), урожайность (2,91 и 3,17 т/га). Организованные факторы обеспечили оптимальную высоту прикрепления нижнего боба у растений, что положительно повлияло на сохранение урожая и облегчило механизированную уборку культуры. Совершенствование технологии выращивании сортов сои Вильшанка и Сузирья на основе бактериально-минерального питания обусловило получение высокого уровня рентабельности, соответственно 124 и 160%, и коэффициентов энергетической эффективности (2,20 и 2,40).

Ключевые слова: соя, сорт, инокуляция, минеральное удобрение, азотная подкормка, индивидуальная производительность, высота прикрепления нижнего боба, урожайность.

Фурман Олег Валерьевич, аспірант, Національний научний центр «Інститут земледілля НААН», ул. Машиностроителей, 26; пгт Чабаны, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., 08162, Україна, e-mail: furmanov918@ukr.net,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7130-005X>

Стаття надійшла до редакції: 13.04.2021

Фахове рецензування: 05.05.2021

Бібліографічний опис для цитування:

Фурман О.В. Вплив мінеральних добрив та інокуляції на формування індивідуальної та насіннєвої продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво. 2021. № 91. С. 82-92. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202191-07>