

УДК 631.547.2:633.34:579.69+631.816
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.20>

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОСТУ РОСЛИН СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ТА УДОБРЕННЯ

ЯРОВИЙ Я.О. – аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства
orcid.org/0009-0009-4943-4604
Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Соя є важливою зерно-бобовою культурою через широкий спектр застосування в різних галузях народного господарства [1]. Завдяки біохімічному складу насіння воно має особливе значення в харчовій промисловості та є передумовою для вирішення проблеми дефіциту білка та жирів, що є актуальним у зв'язку із зростанням населення світу. Тому найважливішою метою вирощування сої, як і інших культур, є отримання високих урожаїв високоякісного зерна [2].

Важливою передумовою реалізації генетичного потенціалу сої є забезпечення її поживними речовинами, оскільки соя досить вибаглива до поживних речовин. Тому для регулювання живлення сої широко застосовуються мінеральні добрива та препарати для позакореневого підживлення, які завдяки ефективності та простоті використання останніми роками набули популярності на ринку [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На основі проведених досліджень [5] в умовах Лівобережного Лісостепу України встановлено, що внесення мінеральних добрив у поєднанні з позакореневим підживленням сої в період вегетації позитивно впливає на індивідуальну продуктивність і врожайність насіння. Зокрема, приріст кількості насіння на рослині сої залежно від норм мінеральних добрив був у середньому порівняно з контролем у сорту Кіото на 28,9–31,7 %, Лісабон – 29,7–31,4 %, Діадема Поділля – 29,7–33,4 %. Маса насіння з рослини сої збільшилася порівняно з контролем за нормами добрив у сорту Лісабон на 30,1–32,3 %, Кіото – 32,1–33,7 %, Діадема Поділля – 30,8–34,7 %. При цьому внесення мінеральних добрив забезпечувало прибавку врожаю на 0,9–1,0 т/га або 29,7–31,2 %. Так, серед досліджуваних варіантів найбільшу кількість насіння сформовано при вирощуванні сорту Кіото на фоні мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{90}$. Найбільшу масу насіння з рослини (8,10 г) та врожайність (3,45 т/га) мав сорт Лісабон на фоні мінеральних добрив $N_{30}P_{60}K_{90}$. Отже, індивідуальна продуктивність не завжди співпадає з високою врожайністю насіння сої. Подібні результати отримано в дослідженнях [6].

За результатами досліджень [7] встановлено, що найсприятливіші умови для формування оптимальних параметрів індивідуальної продуктивності рослин ранньостиглого сорту сої Вільшанка та середньостиглого Сузір'я створено за рахунок інокуляції насіння фосфорнітрагіном і мінерального підживлення в дозі $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ у фазу бутонізації, що позитивно вплинуло на рівень урожайності в цілому. При цьому модель технології інтенсивного вирощування сої сортів Вільшанка

та Сузір'я, яка передбачала використання інокуляції насіння бактеріальним препаратом на основі штамів бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum* Kirchner & Jordan) та фосфатмобілізуєчих мікроорганізмів (*Bradyrhizobium mucilaginosus*) з внесенням $N_{30}P_{60}K_{60}$ в основне живлення й додаткове підживлення N_{15} забезпечили найвищі показники індивідуальної продуктивності. Кількість бобів становила в сорту Вільшанка 24,7 шт./рослину та 28,8 шт./рослину в сорту Сузір'я. Кількість насінин становила відповідно 51,0 і 56,1 шт./рослину, маса 1000 насінин – 147,2 і 144,6 г, урожайність – 2,91 і 3,17 т/га. Удосконалення технології вирощування сортів сої Вільшанка та Сузір'я на основі бактеріального й мінерального живлення призвело до найвищого рівня рентабельності відповідно 124 і 160 %, а коефіцієнтів енергетичної ефективності –2,20 і 2,40. Про високу ефективність застосування невисоких доз азотних добрив свідчать дослідження інших вчених [8, 9].

Мінливість погодних умов і висока вартість мінеральних добрив зумовлюють пошук альтернативних підходів до оптимізації існуючих та розроблення нових технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур [10]. На основі проведених спостережень і обліків [11] встановлено, що в умовах Правобережного Лісостепу на сірих лісових ґрунтах препарати біологічного походження безпосередньо впливали як на динаміку висоти рослин, так і на середньодобову динаміку росту рослин. Максимальна висота рослин у досліді $78,3 \pm 7,4$ см була в фазу фізіологічної стиглості за передпосівної обробки насіння препаратом Біокомплекс БТУ, що на 13,3 см або на 20,4 % більше порівняно з контролем. Іншим важливим показником, що характеризує особливості та темпи росту і розвитку рослин сої протягом вегетації, є середньодобові лінійні прирости стебла. Найвищий середньодобовий лінійний приріст рослин сої – 0,65 – 0,66 см/добу, зафіксовано на варіантах досліді, де насіння сої інокулювали біоінокулянтном БТУ та Андеріз у поєднанні з позакореневим підживленням органо-мінеральним добривом Хелпрост соя. Після проведення кореляційно-регресійного аналізу встановлено, що між показниками висоти рослин і кількістю опадів за вегетаційний період рослин сої існує сильний прямий зв'язок, при цьому $r = 0,805$. Значний вплив інокуляції на формування індивідуальної продуктивності встановлено в працях [12, 13]. Проте в дослідженнях зовсім не вивчено питання впливу різного повернення фосфорних і калійних добрив, а також їх поєднання.

Мета статті – визначити формування показників росту рослин сої залежно від інокуляції та удобрення.

Таблиця 1

Формування маси однієї рослини сої залежно від інокуляції та удобрення в фазу повної стиглості, г

Варіант досліді (чинник А)	Рік проведення дослідження			Середнє за три роки	
	2022	2023	2024		
Без інокуляції (чинник А)					
Без добрив (контроль)	10,3	14,8	4,7	10,0	
N ₃₀	14,6	15,2	4,9	11,6	
N ₆₀	15,6	17,4	5,5	12,8	
P ₆₀ K ₆₀	11,9	15,5	4,5	10,6	
N ₆₀ K ₆₀	16,0	17,7	5,5	13,1	
N ₆₀ P ₆₀	15,9	18,4	5,6	13,3	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	14,9	17,0	5,1	12,3	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	16,5	19,5	5,5	13,8	
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	16,2	19,3	5,6	13,7	
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	16,4	19,2	5,6	13,7	
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	16,4	19,4	5,6	13,8	
З інокуляцією					
Без добрив (контроль)	12,4	16,4	4,9	11,2	
N ₃₀	16,5	17,8	5,2	13,2	
N ₆₀	17,6	19,2	5,8	14,2	
P ₆₀ K ₆₀	13,9	18,3	4,6	12,3	
N ₆₀ K ₆₀	18,1	19,7	5,8	14,5	
N ₆₀ P ₆₀	17,9	20,5	5,9	14,8	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	16,9	19,6	5,7	14,1	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,6	21,8	5,8	15,4	
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	18,3	21,4	5,9	15,2	
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	18,5	21,6	5,9	15,3	
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	18,4	21,7	5,9	15,4	
НІР ₀₅	A	0,6	0,7	0,2	–
	B	0,2	0,3	0,1	–

Матеріали та методика досліджень. Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі Уманського національного університету садівництва.

Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліді триразове. Площа облікової ділянки 25 м².

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі, що сформувався на лесі (за класифікацією FAO/WRB, 2022 – Phaeosems). За своїми генетичними властивостями він займає проміжне місце між чорноземом типовим і темно-сірим опідзолим ґрунтом. Тому, одержані в польових досліді на чорноземі опідзоленому дані можуть бути поширені й на ці підтипи чорноземних ґрунтів.

Схема застосування добрив у польовій сівозміні включала такі варіанти (насиченість добривами 1 га площі сівозміни): без добрив (контроль), N₇₅, N₁₅₀, P₆₀K₈₀, N₁₅₀K₈₀, N₁₅₀P₆₀, N₇₅P₃₀K₄₀, N₁₅₀P₆₀K₈₀, N₁₅₀P₃₀K₄₀, N₁₅₀P₆₀K₄₀, N₁₅₀P₃₀K₈₀. Відповідно до схеми досліді фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивування та в підживлення. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебеління) залишається на полі на добриво. Вирощували сою сорту Асука. Для інокуляції викоритсували препарат Ризоактив.

Математичну обробку даних здійснювали методом дисперсійного аналізу двофакторного польового досліді, використовуючи пакет стандартних програм Microsoft Excel 2022.

Результати досліджень. Застосування добрив достовірно збільшувало масу однієї рослини сої (табл. 1). Так, у середньому за три роки досліджень цей показник збільшувався від 10,0 до 11,6–12,8 г або на 16–28 % за азотних систем удобрення. За внесення N₃₀P₃₀K₃₀ маса однієї рослини збільшувалась до 12,3 г і до 13,8 г або на 6–8 % порівняно з азотними системами, що свідчить про великий вплив азоту на формування індивідуальної продуктивності рослин сої.

Застосування азотно-калійної, азотно-фосфорної та варіанти з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив достовірно не знижували маси однієї рослини сої. Необхідно відзначити, що найменше на цей показник впливало застосування фосфорно-калійної системи удобрення. За такого сценарію удобрення маса однієї рослини збільшувалась лише до 10,6 г.

Маса однієї рослини сої значно змінювалась залежно від погодних умов років досліджень. Так, у сприятливіших 2022–2023 рр. маса однієї рослини змінювалась від 10,3 до 21,8 г залежно варіанту досліді. У менш сприятливому 2024 р. цей показник був у межах 4,7–5,9 г або менше в 2,2–3,7 рази порівняно з сприятливішими роками.

Застосування інокуляції також достовірно збільшувало масу однієї рослини сої на 12 % порівняно з ділянками без проведення інокуляції насіння. При цьому застосування добрив мало подібну тенденцію порівняно з ділянками без інокуляції. Так, цей показник збільшувався від 11,2 г у варіанті без добрив до 13,2–14,2 г за азотних систем і до 14,1–15,4 г за внесення повного мінерального добрива.

Описані тенденції щодо формування маси одного стебла в фазу повної стиглості рослин сої були подібними до формування абсолютно сухої маси одного стебла (табл. 2). Найбільшу масу однієї рослини отримано за систем удобрення, що містили азоту складову на тлі проведення інокуляції. Впродовж років досліджень цей показник також змінювався подібно до маси одного стебла фактичної вологості.

Достовірно зростала маса насіння сої з однієї рослини (табл. 3). Так, у середньому за три роки досліджень цей показник збільшувався від 3,1 до 3,7–3,9 г або на 19–26 % за азотних систем удобрення. За внесення N₃₀P₃₀K₃₀ маса насіння з однієї рослини збільшувалась

Таблиця 2

Формування абсолютно сухої маси однієї рослини сої залежно від інокуляції та удобрення в фазу повної стиглості, г

Варіант досліджу (чинник А)	Рік проведення дослідження			Середнє за три роки	
	2022	2023	2024		
Без інокуляції (чинник А)					
Без добрив (контроль)	8,1	11,9	3,3	7,7	
N ₃₀	11,4	12,2	3,3	9,0	
N ₆₀	12,2	13,9	3,5	9,9	
P ₆₀ K ₆₀	9,3	12,4	3,1	8,3	
N ₆₀ K ₆₀	12,6	14,2	3,5	10,1	
N ₆₀ P ₆₀	12,4	14,7	3,5	10,2	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	11,7	13,6	3,3	9,5	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,9	15,6	3,5	10,7	
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	12,7	15,5	3,5	10,6	
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	12,9	15,3	3,5	10,6	
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	12,8	15,5	3,5	10,6	
З інокуляцією					
Без добрив (контроль)	9,7	13,2	3,4	8,7	
N ₃₀	12,9	14,3	3,4	10,2	
N ₆₀	13,8	15,4	3,6	10,9	
P ₆₀ K ₆₀	10,9	14,7	3,1	9,6	
N ₆₀ K ₆₀	14,2	15,8	3,6	11,2	
N ₆₀ P ₆₀	14,0	16,4	3,7	11,4	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	13,3	15,8	3,5	10,9	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,6	17,4	3,6	11,9	
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	14,3	17,1	3,7	11,7	
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	14,5	17,3	3,7	11,8	
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	14,4	17,4	3,7	11,8	
HIP ₀₅	A	0,5	0,6	0,1	–
	B	0,2	0,3	0,1	–

Таблиця 3

Формування маси насіння з однієї рослини сої залежно від інокуляції та удобрення в фазу повної стиглості, г

Варіант досліджу (чинник А)	Рік проведення дослідження			Середнє за три роки	
	2022	2023	2024		
Без інокуляції (чинник А)					
Без добрив (контроль)	3,0	4,5	1,8	3,1	
N ₃₀	4,3	4,9	2,0	3,7	
N ₆₀	4,5	5,1	2,1	3,9	
P ₆₀ K ₆₀	3,4	4,8	1,9	3,4	
N ₆₀ K ₆₀	4,6	5,2	2,1	4,0	
N ₆₀ P ₆₀	4,6	5,4	2,1	4,0	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,4	5,3	2,0	3,9	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,7	5,7	2,1	4,2	
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	4,6	5,6	2,2	4,1	
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	4,7	5,6	2,1	4,1	
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	4,7	5,6	2,1	4,1	
З інокуляцією					
Без добрив (контроль)	3,7	5,1	1,9	3,6	
N ₃₀	5,0	5,6	2,1	4,2	
N ₆₀	5,2	5,7	2,1	4,3	
P ₆₀ K ₆₀	4,0	5,6	1,9	3,8	
N ₆₀ K ₆₀	5,3	5,8	2,2	4,4	
N ₆₀ P ₆₀	5,2	6,0	2,2	4,5	
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,1	6,2	2,2	4,5	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,4	6,4	2,2	4,7	
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	5,3	6,3	2,2	4,6	
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	5,4	6,3	2,2	4,6	
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	5,3	6,3	2,2	4,6	
HIP ₀₅	A	0,2	0,2	0,1	–
	B	0,1	0,1	0,1	–

до 3,9 г і до 4,2 г або на 6–8 % порівняно з азотними системами, що свідчить про великий вплив азоту на формування індивідуальної продуктивності рослин сої.

Застосування азотно-калійної, азотно-фосфорної та варіанти з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив достовірно не знижували маси насіння з однієї рослини сої. Необхідно відзначити, що найменше на цей показник впливало застосування фосфорно-калійної системи удобрення. За такого сценарію удобрення маса насіння з однієї рослини збільшувалась лише до 3,4 г або на 10 % порівняно з ділянками без добрив.

Маса насіння з однієї рослини сої значно змінювалась залежно від погодних умов років досліджень. Так, у сприятливіших 2022–2023 рр. маса насіння з однієї рослини змінювалась від 3,0 до 6,4 г залежно варіанту досліджу. У менш сприятливому 2024 р. цей показник був у межах 1,8–2,2 г або менше в 1,7–2,9 рази порівняно з сприятливішими роками.

Застосування інокуляції також достовірно збільшувало масу насіння з однієї рослини сої на 12–16 % порівняно з ділянками без проведення інокуляції

насіння. При цьому застосування добрив мало подібну тенденцію порівняно з ділянками без інокуляції. Так, цей показник збільшувався від 3,6 г у варіанті без добрив до 4,2–4,3 г за азотних систем і до 4,5–4,7 г за внесення повного мінерального добрива.

По різному змінювалась частка насіння в фітомасі рослин сої залежно від досліджених чинників (табл. 4). Так, у середньому за три роки досліджень цей показник у варіанті без добрив становив 30,0 %, який збільшувався до 31,7 % за внесення N₃₀ або на 6 %, а за фосфорно-калійної системи удобрення – до 31,0 %, або на 3 %. Усі системи удобрення, в яких складова азоту була збільшена до 60 кг/га д. р. знижувала частку насіння в фіто масі. За такого сценарію удобрення частка насіння становила 29,9–30,0 % залежно від варіанту досліджу.

Описана тенденція зберігалась упродовж років досліджень і за умови проведення інокуляції. При цьому частка насіння була найвищою в 2024 р. – 34,2–36,6 % без інокуляції та 33,3–37,2 % з інокуляцією. У 2022–2023 рр. частка насіння в фіто масі рослин сої була нижчою.

Таблиця 4

Формування частки насіння в фітомасі рослин сої залежно від інокуляції та удобрення в фазу повної стиглості, %

Варіант досліджу (чинник А)	Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
	2022	2023	2024	
Без інокуляції (чинник А)				
Без добрив (контроль)	27,6	28,3	34,2	30,0
N ₃₀	28,4	30,0	36,6	31,7
N ₆₀	27,7	27,7	35,0	30,1
P ₆₀ K ₆₀	26,7	29,2	37,1	31,0
N ₆₀ K ₆₀	27,4	27,6	34,8	29,9
N ₆₀ P ₆₀	27,4	27,5	34,7	29,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	28,2	29,6	36,3	31,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	27,2	27,6	35,2	30,0
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	27,4	27,5	34,9	29,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	27,3	27,6	34,7	29,9
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	27,3	27,6	34,6	29,8
З інокуляцією				
Без добрив (контроль)	28,3	29,3	33,9	30,5
N ₃₀	29,2	29,8	35,6	31,5
N ₆₀	28,5	27,9	33,5	30,0
P ₆₀ K ₆₀	27,6	28,8	37,2	31,2
N ₆₀ K ₆₀	28,1	27,9	33,5	29,8
N ₆₀ P ₆₀	28,0	27,9	33,5	29,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	28,9	30,2	35,2	31,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	27,9	27,8	33,7	29,8
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	28,0	28,0	33,3	29,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	28,0	27,9	33,5	29,8
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	27,9	27,9	33,7	29,8

Частка насіння в абсолютно сухій фітомасі була вищою порівняно з цим показником, розрахованим за фактичною вологістю, проте застосування добрив підвищувало її (табл. 5). Так, у середньому за три роки досліджень цей показник у варіанті без добрив становив 35,1 %, який збільшувався до 37,8 % за внесення N₃₀ або на 8 %, за внесення подвійної дози азотних добрив – до 36,5 %, або на 4 %, а за фосфорно-калійної системи удобрення – до 36,3 %, або на 3 %. Усі системи удобрення, в яких складова азоту була збільшена до 60 кг/га д. р. забезпечували формування 36,3–36,6 % зерна від фітомаси.

Описана тенденція зберігалась упродовж років досліджень і за умови проведення інокуляції. При цьому частка насіння була найвищою в 2024 р. – 43,3–48,7 % без інокуляції та 43,6–49,5 % з інокуляцією. У 2022–2023 рр. частка насіння в фіто масі рослин сої була нижчою.

Висновки. Встановлено, що застосування добрив під сою сприяє збільшенню маси однієї рослини і маси насіння. При цьому частка насіння в фітомасі знижується за фактичної вологості вегетативної маси, проте в розрахунку на абсолютно суху масу значно переви-

Таблиця 5

Формування частки насіння в абсолютно сухій фітомасі рослин сої залежно від інокуляції та удобрення в фазу повної стиглості, %

Варіант досліджу (чинник А)	Рік проведення дослідження			Середнє за три роки
	2022	2023	2024	
Без інокуляції (чинник А)				
Без добрив (контроль)	31,0	31,1	43,3	35,1
N ₃₀	31,9	33,0	48,6	37,8
N ₆₀	31,2	30,5	48,0	36,5
P ₆₀ K ₆₀	30,1	32,0	46,8	36,3
N ₆₀ K ₆₀	30,8	30,4	48,0	36,4
N ₆₀ P ₆₀	30,8	30,3	48,2	36,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	31,7	32,5	48,8	37,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30,7	30,3	48,7	36,6
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	30,8	30,2	48,7	36,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	30,7	30,4	48,0	36,4
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	30,7	30,3	48,2	36,4
З інокуляцією				
Без добрив (контроль)	31,7	32,2	43,6	35,8
N ₃₀	32,7	32,6	48,1	37,8
N ₆₀	32,0	30,7	46,6	36,4
P ₆₀ K ₆₀	31,0	31,7	47,6	36,8
N ₆₀ K ₆₀	31,5	30,6	47,1	36,4
N ₆₀ P ₆₀	31,5	30,7	47,3	36,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	32,4	33,1	49,5	38,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	31,3	30,5	47,4	36,4
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	31,5	30,8	47,2	36,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	31,5	30,7	47,6	36,6
N ₆₀ P ₃₀ K ₆₀	31,4	30,7	47,8	36,6

щує показник у варіанті без добрив. Застосування азотно-калійної, азотно-фосфорної та варіанти з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив достовірно не знижували показників індивідуальної продуктивності рослин сої. Необхідно відзначити, що найменше на цей показник впливало застосування фосфорно-калійної системи удобрення. Застосування інокуляції достовірно підвищували показники росту рослин сої порівняно з ділянками без його проведення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Accoroni C., Godoy E., Reinheimer M.A. Performance evaluation of protein recovery from argentinian soybean extruded-expelled meals under different operating conditions. *Journal of Food Engineering*. 2020. Vol. 274. 109849.
- Hospodarenko H., Liubych V., Oliinyk O., Polianetska I., Silifonov T. Influence of fertilization on the crop rotation productivity and the balance of essential nutrients in the soil. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellin*. 2022. Vol. 75(2). P. 9919–9928.
- Господаренко Г. М., Рябовол Я. С., Черно О. Д., Любич В. В., Крижанівський В. Г. Ріст і розвиток пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно

- від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського НУС*. 2020. № 2. С. 3–8.
4. Cheng M.H., Rosentrater K.A. Profitability analysis of soybean oil processes. *Bioengineering*. 2017. Vol. 4(4). 83. doi: 10.3390/bioengineering4040083
 5. Dudka A. A., Melnyk A. V. Varietal features of the formation of soybean performance according to the norms of fertilizers and foliar fertilization under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. 2023. Vol. 52(2). P. 28–37.
 6. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Любич В. В., Бойко В. П. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3 (107). С. 35–44.
 7. Furman O. Influence of mineral fertilizers and inoculation on the formation of individual and seed productivity of soybean in conditions of the Right-Bank Forest-Step. *Feeds and Feed Production*. 2021. Vol. (91). P. 82–92.
 8. Gonzalez D., Novillo J., Rico M.I., Alvarez J.M. Leaching and efficiency of six organic zinc fertilizers applied to navy bean cropgrown in a weakly acidic soil of Spain. *J. Agric. Food Chem*. 2008. Vol. 56(9). P. 3214–3221.
 9. Pan Z., Zhang R., Zicari S. Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products. *Academic Press*. 2019. P. 73–104.
 10. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. № 3. С. 18–24.
 11. Дідур І. М. Динаміка Формування висоти рослин сої залежно від передпосівної обробки насіння та позакоренових підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. Вип. 28(1). С. 17–24.
 12. Rizzo G., Baroni L. Soy, soy foods and their role in vegetarian diets. *Nutrients*. 2018. Vol. 10 (1). 43 doi: 10.3390/nu10010043.
 13. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 97. С. 32–44.
 4. Cheng, M.H., Rosentrater, K.A. (2017). Profitability analysis of soybean oil processes. *Bioengineering*, 4(4), 83. doi: 10.3390/bioengineering4040083.
 5. Dudka, A. A., Melnyk A. V. (2023). Varietal features of the formation of soybean performance according to the norms of fertilizers and foliar fertilization under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, 52(2), 28–37.
 6. Hospodarenko, G. M., Cherny, O. D., Liubych, V. V., Boyko, V. P. (2020). *Zasvoiennia osnovnykh elementiv zhyvlennia z gruntu y mineralnykh dobryv pshe-nytseiu ozymoiu na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnoho Lisostepu* [Assimilation of the main nutrients from the soil and mineral fertilizers by winter wheat on the podzolized chernozem of the Right Bank Forest Steppe]. *Journal of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 3 (107), 35–44. [in Ukrainian].
 7. Furman, O. (2021). Influence of mineral fertilizers and inoculation on the formation of individual and seed productivity of soybean in conditions of the Right-Bank Forest-Step. *Feeds and Feed Production*, (91), 82–92.
 8. Gonzalez, D., Novillo, J., Rico, M.I., Alvarez, J.M. (2008). Leaching and efficiency of six organic zinc fertilizers applied to navy bean cropgrown in a weakly acidic soil of Spain. *J. Agric. Food Chem*, 56(9), 3214–3221.
 9. Pan, Z., Zhang, R., Zicari, S. (2019). *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*. Academic Press, 73–104.
 10. Liubych, V. V. (2017). *Vplyv abiotychnykh ta biotychnykh chynnykiv na produktyvnist sortiv i liniy pshe-nytsi spelty* [The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines]. *Bulletin of Poltava SAA*, 3, 18–24. [in Ukrainian].
 11. Didur, I. M. (2023). *Dynamika Formuvannia vysoty roslyn soi zalezno vid peredposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevnykh pidzhyvlen* [Dynamics of soybean plant height formation depending on pre-sowing seed treatment and foliar top dressing]. *Agriculture and Forestry*, 28(1), 17–24. [in Ukrainian].
 12. Rizzo, G., Baroni, L. (2018). Soy, soy foods and their role in vegetarian diets. *Nutrients*, 10 (1), 43 doi: 10.3390/nu10010043. [in English].
 13. Liubych, V. V. (2020). *Formuvannia produktyvnosti riznykh hibrydiv kukurudzy* [Formation of productivity of different hybrids of corn]. *Collection of scientific works of the Uman National Academy of Sciences*, 97, 32–44. [in Ukrainian].
- REFERENCES:**
1. Accoroni, C., Godoy, E., Reinheimer, M.A. (2020). Performance evaluation of protein recovery from argentinian soybean extruded-exelled meals under different operating conditions. *Journal of Food Engineering*, 274, 109849.
 2. Hospodarenko, H., Liubych, V., Oliinyk, O., Polianetska, I., Silifonov, T. (2022). Influence of fertilization on the crop rotation productivity and the balance of essential nutrients in the soil. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 75(2), 9919–9928.
 3. Hospodarenko, G. M., Ryabovol, Y. S., Cherny, O. D., Lyubich, V. V., Kryzhanivskiy, V. G. (2020). *Rist i rozvytok pshe-nytsi ozymoї u vesniano-litnii period vehe-tatsii zalezno vid umov mineralnoho zhyvlennia v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy* [Growth and development of winter wheat in the spring-summer vegetation period depending on mineral nutrition conditions in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Bulletin of the Uman State University*, 2, 3–8. [in Ukrainian].
- Яровий Я.О. Формування показників росту рослин сої залежно від інокуляції та удобрення**
- Мета.** Визначити формування показників росту рослин сої залежно від інокуляції та удобрення. **Методи.** Польовий, вимірювальний, розрахунково-порівняльний, аналізування, статистичний. **Результати.** Застосування добрив достовірно збільшувало масу однієї рослини сої. Так, у середньому за три роки досліджень цей показник збільшувався від 10,0 до 11,6–12,8 г або на 16–28 % за азотних систем удобрення. За внесення N₃₀P₃₀K₃₀ маса однієї рослини збільшувалась до 12,3 г і до 13,8 г або на 6–8 % порівняно з азотними системами, що свідчить про великий вплив азоту на формування індивідуальної продуктивності рослин сої. Частка насіння в абсолютно сухій фітомасі була вищою порівняно з цим показником,

розрахованим за фактичною вологістю, проте застосування добрив підвищувало її. Так, у середньому за три роки досліджень цей показник у варіанті без добрив становив 35,1 %, який збільшувався до 37,8 % за внесення N_{30} або на 8 %, за внесення подвійної дози азотних добрив – до 36,5 %, або на 4 %, а за фосфорно-калійної системи удобрення – до 36,3 %, або на 3 %. Усі системи удобрення, в яких складова азоту була збільшена до 60 кг/га д. р. забезпечували формування 36,3–36,6 % зерна від фітомаси. **Висновки.** Встановлено, що застосування добрив під сою сприяє збільшенню маси однієї рослини і маси насіння. При цьому частка насіння в фітомасі знижується за фактичної вологості вегетативної маси, проте в розрахунку на абсолютно суху масу значно перевищує показник у варіанті без добрив. Застосування азотно-калійної, азотно-фосфорної та варіанти з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив достовірно не знижували показників індивідуальної продуктивності рослин сої. Необхідно відзначити, що найменше на цей показник впливало застосування фосфорно-калійної системи удобрення. Застосування інокуляції достовірно підвищували показники росту рослин сої порівняно з ділянками без його проведення.

Ключові слова: маса однієї рослини, маса насіння з однієї рослини, частка насіння в фітомасі, системи удобрення.

Yarovyi Ya.O. Formation of growth indicators of soybean plants depending on inoculation and fertilization

Aims. Determine the formation of soybean plant growth indicators depending on inoculation and fertilization. **Methods.** Laboratory, measuring, calculation and comparison, analysis, statistical. **Results.** The use of fer-

tilizers significantly increased the mass of one soybean plant. Thus, on average, over the three years of research, this indicator increased from 10.0 to 11.6–12.8 g or by 16–28 % under nitrogen fertilizer systems. With the application of $N_{30}P_{30}K_{30}$, one plant mass increased to 12.3 g and to 13.8 g or by 6–8 % compared to nitrogen systems which indicates a large effect of nitrogen on the formation of individual productivity of soybean plants. Seed share in completely dry phytomass was higher compared to this indicator, calculated based on actual moisture, but the application of fertilizers increased it. Thus, on average over the three years of research, this indicator in the variant without fertilizers was 35.1 % which increased to 37.8 % with the application of N_{30} or by 8 %; with the application of a double dose of nitrogen fertilizers – up to 36.5 %, or by 4 %, and with the phosphorus-potassium fertilizer system – up to 36.3 %, or by 3 %. All fertilizer systems in which the nitrogen content was increased to 60 kg/ha AD provided formation of 36.3–36.6 % of grain from phytomass. **Conclusions.** It was found that the use of fertilizers under soybeans contributes to an increase in one plant mass and seed mass. Moreover, seed share in phytomass decreases with the actual moisture of the vegetative mass. But in terms of absolutely dry mass it significantly exceeds the indicator in the variant without fertilizers. The use of nitrogen-potassium, nitrogen-phosphorus and variants with incomplete return of phosphorus and potassium fertilizers did not significantly reduce the indicators of individual productivity of soybean plants. It should be noted that this indicator was least influenced by the use of the phosphorus-potassium fertilizer system. The use of inoculation significantly increased soybean plant growth rates compared to areas without it.

Key words: one plant mass, one plant seed mass, seed share in phytomass, fertilizer systems.