

УДК 631.526.3:635.65:631.8:579.262
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.16>

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ОВОЧЕВОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОІНОКУЛЯНТІВ ТА МІКОРИЗОУТВОРЮЮЧОГО ПРЕПАРАТУ

Яценко В.В. – доктор філософії,
викладач кафедри рослинництва,
Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату на формування продуктивності сої овочевої в умовах Правобережного Лісостепу України. В досліді впродовж 2020–2021 рр. вивчали два сорти сої овочевої (Романтика і Sac (UD 0202500)), які вирощували з окремим і сумісним використанням біоінокулянтів (Андеріз 2л/т і Різолан 2 л/т) та мікоризоутворюючого препарату (Мікофренд 1,5 л/т). Застосування біоінокулянту Андеріз сприяло збільшенню маси бобів на рослині на 8,9% або 8,0 г у сорту Романтика та 8,6% або 13,4 г у сорту Sac. Використання біоінокулянту Різолан було більш ефективним. Маса бобів на рослині у технічній стиглості зростала на 9,6% або 8,6 г у сорту Романтика і 11,7% або 18,4 г у сорту Sac. Застосування комбінації інокулянтів та мікоризи мало найбільший ефект. Так, суміш Андерзі + Мікофренд сприяло збільшенню даного показника на 16,2 і 16,9% у сорту Романтика та Sac. Урожайність насіння коливалася помітно (CV = 17%), залежно від варіанту – 2200–3348 кг/га. Найбільшу врожайність формували посіви сої овочевої за використання суміші Різолан + Мікофренд – 2330 і 3348 кг/га у сортів Романтика та Sac. Суміш Андеріз + Мікофренд також була ефективною. Урожайність насіння сорту Романтика збільшилася на 5,4% або 118 кг/га, сорту Sac – 6,4% або 197 кг/га. Результати дослідження показали, що інокулянт Різолан був більш ефективним, а синергізм інокулянтів з Мікоризними грибами істотно краще впливав на продуктивність посівів сої овочевої. З отриманих даних видно, що застосування Мікофренду було найменш ефективним за всіма досліджуваними показниками. Розбіжності в ефективності різних обробок насіння на сортах сої, вказують на специфічність реакції кожного сорту. Ці результати створюють основу для вибору відповідної комбінації препаратів, які можуть бути використані в подальшому для перевірки симбіотичної ефективності мікосимбіонтів.

Ключові слова: інокулянт, мікориза, зелені боби «едамаме», насіннева продуктивність, урожайність.

Yatsenko V.V. Formation of vegetable soybean productivity using bioinoculants and a mycorrhizal product

The article presents the results of research on the effect of bioinoculants and a mycorrhizal drug on the formation of productivity of vegetable soybeans in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. The experiment of 2020–2021 studied two varieties of vegetable soybeans (Romantika and Sac (UD 0202500)), which were grown with separate and combined use of bioinoculants (Anderiz 2 l/t and Rizolain 2 l/t) and mycorrhizal preparation (Mycofriend 1.5 l/t). The use of the bioinoculant Anderiz increased the weight of beans on the plant by 8.9% or 8.0 g in the variety Romantika and 8.6% or 13.4 g in the variety Sac. The use of the bioinoculator Rizolain was more effective. The weight of beans on the plant in technical maturity increased by 9.6% or 8.6 g in the variety Romantika and 11.7% or 18.4 g in the variety Sac. The use of combinations of inoculants and mycorrhizal drug had the greatest effect. Thus, the mixture of Anderzi + Mykofriend contributed to the increase of this indicator by 16.2 and 16.9% in the variety Romantika and Sac. Seed yield fluctuated significantly (CV = 17%), depending on the option – 2200–3348 kg/ha. The highest yields were formed by soybean crops using the mixture Rizoline + Mykofriend – 2330 and 3348 kg/ha in the varieties Romantika and Sac. The mixture of Anderiz + Mykofriend was also effective. Seed yield of Romantika variety increased by 5.4% or 118 kg/ha, Sac variety – by 6.4% or 197 kg/ha. The results of the study showed that the inoculant Rizolain was more effective, and the synergy of inoculants with Mycorrhizal fungi had a significantly better effect on the productivity of vegetable soybean crops. The data show that the use of Mycofriend was the least effective of all the studied indicators. Differences in the effectiveness of different seed treatments on soybean varieties indicate the specificity of the reaction of each variety. These results form the basis for the selection of the appropriate combination of drugs that can be used in the future to test the symbiotic efficacy of microsymbionts.

Key words: inoculant, mycorrhizae, edamame green beans, seed productivity, yield.

Постановка проблеми. Відсутність продовольчої безпеки є серйозною загрозою через збільшення населення, особливо в країнах, що розвиваються. Дана ситуація може бути поліпшена використанням мікробних інокулянтів і мікоризи. Також проблеми надмірного використання хімічних добрив у тому числі й факт що більшість добрив є відносно недоступними і що вони також забруднюють підземні та поверхневі води. Тому є потреба використовувати екологічно чисті та корисні біологічні агенти для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, особливо в нестабільних умовах клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Актуальним напрямом на сучасному етапі розвитку є пошук нових сировинних джерел білка і біологічно активних речовин, розробка та вдосконалення біотехнологічних способів для створення функціональних харчових продуктів, що включають нутрієнти рослинного походження. Введення до складу харчових продуктів нетрадиційних рослинних культур дає можливість не тільки створювати біологічно активні амінокислотні комплекси, але й робити істотний вплив на органолептичні показники, структурно-механічні властивості готової продукції, хід реакцій ферментації. Отримання функціональних продуктів харчування на основі сої, що містять біологічно активні речовини, які володіють антиоксидантними, гепатопротекторними, пребіотичними й імуномодулюючими властивостями, сприятиме вирішенню основних питань раціонального харчування і ліквідації дефіциту білка і мікронутрієнтів в харчових продуктах [1; 2; 3].

До теперішнього часу в Україні переважна більшість харчових інгредієнтів імпортується, в зв'язку з чим організація їх виробництва є актуальним і соціально затребуваним завданням.

Соя є неперевершеною культурою за якістю і хімічним складом насіння, біологічною цінністю, універсальністю використання в переробній, харчовій, фармацевтичній промисловості і різних галузях сільського господарства.

Внаслідок збільшення чисельності та щільності населення у світі зростає потреба в функціональних харчових соєвих продуктах і добавках.

У сучасних умовах розвитку сільського господарства істотним доповненням до хімічних добрив і пестицидів виступають мікробіологічні препарати. Для їх отримання широко використовується велика кількість штамів відомих мікроорганізмів [4].

Пошук альтернативних рішень для сільського господарства спонукав дослідників поглянути по-новому на сферу агрономічно корисних мікроорганізмів, що стало двигуном до швидкого зростання виробництва біодобрив, біопестицидів і препаратів на основі рістрегулюючих мікроорганізмів. Мікроорганізми або бінарні інокулянти на основі бактерій і арбускулярно-мікоризних грибів (АМГ) підвищують ефективність використання добрив. Синергічна взаємодія бактерій і АМГ дозволяє підвищити ступінь засвоєння фосфору до 70%. Аналогічна тенденція спостерігається і при поглинанні азоту, адже використання інокулянтів дозволяє зменшити використання азотних добрив на 30% без зниження продуктивності рослин. У майбутньому сталий розвиток сільського господарства, на думку багатьох вчених, буде залежати від використання генетично сконструйованих рослин і рістрегулюючих ризобактерій – PGPR (Plant-Grows Promotion Rhizobacteria) [5; 6; 7; 8; 9].

Розуміння важливості мікроорганізмів для розвитку рослин не є новим. Більше 120 років тому було відкрито, що бульбочки на коренях бобових рослин, які формуються за участю бактерій роду *Rhizobiaceae*, допомагають перетворювати азот

з атмосфери в доступніші для рослин форми даного елемента. Історичні дослідження показали, що дане відкриття дозволило розробити систему сівозмін, що допомогло істотно підвищити і зберегти родючість ґрунтів протягом сотень років [10].

Бактерії, що заселили прикореневу зону рослин (ризобактерії), є більш ефективними в перетворенні, мобілізації поживних речовин в порівнянні з тими, які вносяться безпосередньо в ґрунт. Таким чином, ризобактерії домінують в рециркуляції поживних речовин в ґрунті і, отже, визначають його родючість [11].

Отже, обробка насіння бактеріальними препаратами стимулює збільшення схожості, згладжуючи наслідки стресових факторів навколишнього середовища. Розвиток рослин з обробленого насіння йде прискореним темпом і збільшеним набором маси сухої речовини. На результативність застосування препаратів впливає обраний штам мікроорганізмів, підібраний сорт, насіння рослин, кількість і доступність поживних речовин в ґрунті, а також кліматичні умови.

Постановка завдання. Метою дослідження є наукове обґрунтування доцільності та ефективності вирощування сої овочевої з використанням біоінокулянтів та мікоризоутворюючого препарату в умовах Лісостепу України на основі інтенсифікації фотосинтетичної діяльності агроценозів, управління їх насінневою та білковою продуктивністю.

Матеріали та методи. Дослідження проводили в навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва впродовж 2020–2021 рр. за схемою, яка включала два сорти сої овочевої (Романтика і Sac (UD 0202500), які вирощували з окремим і сумісним використанням біоінокулянтів (Андеріс 2 л/т і Різолан 2 л/т) та мікоризоутворюючого препарату (Мікофренд 1,5 л/т). Було використано польові, лабораторні, статистичні, розрахунково-аналітичні методи.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий з гумусовим горизонтом (гумусу біля 1,5%) товщиною 40–45 см [12].

Погодні умови були досить сприятливими у період проведення досліджень для вирощування сої овочевої.

Середні багаторічні дані суми опадів становлять 633 мм. Найбільше їх випадає у період червень–липень 25–30%. Середньорічна кількість опадів за період вегетації рослин квасолі спаржевої під час проведення досліджень в 2020–2021 рр. складала 230,9 і 370,7 мм, що менше від багаторічних на 105,1 мм і більше на 34,7 мм відповідно до року.

Погодні умови впродовж 2020–2021 рр. за основними показниками відрізнялися, тому ефективність дослідження оцінено об'єктивно, а отримані дані – достовірні.

Схема досліду включала 12 варіантів: два сорти сої овочевого напряму використання (Романтика і Sac (UD 0202500), які вирощували з окремим і сумісним використанням біоінокулянтів (Андеріс і Різолан) та мікоризоутворюючого препарату (Мікофренд).

Закладання дослідів виконували методом рендомізації. Повторність досліду – чотириразова. Площа дослідної ділянки 10 м². Посів сої овочевої проводили 5–10 травня за схемою 45×5 см (444000 шт/га).

В польових і лабораторних дослідах кафедр овочівництва та рослинництва Уманського НУС в умовах Правобережного Лісостепу України упродовж 2020–2021 рр., вивчали продуктивність і біохімічний склад сої овочевої залежно від сорту і препарату.

В досліді проводилися обліки і спостереження згідно загальноприйнятих методик.

Облік урожайності проводили методом поділянкового зважування в період технічної стиглості з поділом продукції на товарну і нетоварну, оскільки відповідний стандарт для сої овочевої відсутній, використовували ДСТУ ЕЭК ООФV-06 [13].

Визначалася середня маса бобів і зелених плодів сої ваговим методом [14].

В даному досліді визначалася масова частка сухих речовин та сирого протеїну.

– суху речовину визначали методом висушування за $t^{\circ} 105^{\circ}\text{C}$ за ДСТУ 7804:2015 [15];

– вміст протеїну – методом К'ельдаля за ДСТУ ISO 5983-2003 [16].

Виклад основного матеріалу дослідження. Вплив біоінокулянтів та мікоризи на формування показників індивідуальної продуктивності був значним, так кількість бобів на рослині варіювала слабо – $CV = 9\%$, проте істотно зростала за використання Різалайну та сумішей інокулянтів з Мікофрендом. Так, суміш Мікофренд + Андеріз сприяла збільшенню кількості бобів на 23,7 і 13,8% відповідно до сорту Романтика та Sac. Суміш Різалайн + Мікофренд сприяла більш істотному збільшенню кількості бобів – 27,8% або 13,5 шт/росл. у сорту Романтика та 13,8% або 8,0 шт у сорту Sac.

На кількість зерен у бобі застосування біоперпаратів впливало неістотно, однак у сорту Романтика відзначено збільшення їх кількості на 0,2 шт в усіх варіантах.

Маса бобів є визначальним фактором продуктивності рослин сої. Так, використання біоінокулянтів окремо і сумісно з Мікофрендом сприяло істотному збільшенню даного показника. Застосування біоінокулянту Андеріз сприяло збільшенню маси бобів на рослині на 8,9% або 8,0 г у сорту Романтика та 8,6% або 13,4 г у сорту Sac. Використання біоінокулянту Різалайн було більш ефективним. Маса бобів на рослині у технічній стиглості зростала на 9,6% або 8,6 г у сорту Романтика і 11,7% або 18,4 г у сорту Sac. Застосування комбінацій інокулянтів та мікоризи мало найбільший ефект. Так, суміш Андерзі + Мікофренд сприяло збільшенню даного показника на 16,2 і 16,9% у сорту Романтика та Sac. За використання суміші Андерзі + Мікофренд збільшення маси бобів відзначали на рівні 18,1 і 19,4% відповідно до сорту (табл. 1).

Маса бобів є визначальним фактором продуктивності рослин сої. Так, використання біоінокулянтів окремо і сумісно з Мікофрендом сприяло істотному збільшенню даного показника. Застосування біоінокулянту Андеріз сприяло збільшенню маси бобів на рослині на 8,9% або 8,0 г у сорту Романтика та 8,6% або 13,4 г у сорту Sac. Використання біоінокулянту Різалайн було більш ефективним. Маса бобів на рослині у технічній стиглості зростала на 9,6% або 8,6 г у сорту Романтика і 11,7% або 18,4 г у сорту Sac. Застосування комбінацій інокулянтів та мікоризи мало найбільший ефект. Так, суміш Андерзі + Мікофренд сприяло збільшенню даного показника на 16,2 і 16,9% у сорту Романтика та Sac. За використання суміші Андерзі + Мікофренд збільшення маси бобів відзначали на рівні 18,1 і 19,4% відповідно до сорту.

Вміст окремих компонентів біохімічного складу бобів сої овочевої. Вміст сухих речовин варіював слабо – $CV = 10\%$ і збільшувався неістотно. Так, застосування комбінації препаратів сприяло максимальному зростанню даного показника – 0,5–0,6% залежно від сорту і суміші препаратів. Окреме застосування біоінокулянтів сприяло збільшенню концентрації сухих речовин на 0,3–0,5% залежно від сорту. Використання мікоризоутворюючого препарату Мікофренд сприяло збільшенню даного показника на 0,1% у обох сортів.

Таблиця 1

Індивідуальна продуктивність рослин сої овочевої залежно від сорту та біопрепарату (2020-2021 рр.), ($\bar{x} \pm SD$)

Сорт (фактор А)	Препарат/суміш препаратів (фактор В)	Шт. бобів/росл.	Шт. насінин/біб	Маса зелених бобів «едамаме», г/росл.
Романтика	1	48,5 ± 1,2	2,8 ± 0,15	90,0 ± 2,3
	2	53,0 ± 3,0	3,0 ± 0,10	98,0 ± 3,7
	3	57,0 ± 1,7	3,0 ± 0,13	98,6 ± 2,2
	4	51,0 ± 2,9	3,0 ± 0,16	92,0 ± 2,0
	5	60,0 ± 1,7	3,0 ± 0,12	104,6 ± 3,0
	6	62,0 ± 1,6	3,0 ± 0,08	106,3 ± 1,8
Sac (UD 0202500)	1	58,0 ± 1,5	3,0 ± 0,13	156,6 ± 4,8
	2	62,0 ± 2,4	3,0 ± 0,12	170,0 ± 5,4
	3	64,0 ± 2,3	3,0 ± 0,15	175,0 ± 6,9
	4	60,0 ± 1,9	3,0 ± 0,10	162,0 ± 7,1
	5	66,0 ± 1,6	3,0 ± 0,07	183,0 ± 7,3
	6	66,0 ± 2,0	3,0 ± 0,12	187,0 ± 11,5
	Xmed.	59,0	3,0	135,3
	SD	5,46	0,06	38,02
	CV,%	9	2	28
	HIP ₀₅ A	1,72	0,10	6,82
	B	1,09	0,06	4,31
	A×B	2,44	0,14	9,64

Примітка: 1) Контроль; 2) Андерізі 2 л/т; 3) Різолан 2 л/т; 4) Мікофренд 1,5 л/т; 5) Андерізі 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т; 6) Різолан 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т.

Вміст протеїну є важливим показником від якого залежить енергетична ефективність технології вирощування та поживна цінність сировини. Тому, у своїх дослідах ми вивчили, як змінювалася концентрація протеїну в зерні у фазі технічної та біологічної стиглості зерна. Загальна тенденція за вмістом протеїну була однаковою – сорт Романтика накопичував більше протеїну в обидві фази, а застосування комбінацій інокулянтів з мікоризою виявилось більш ефективним. У фазі технічної стиглості зерна концентрація протеїну варіювала слабо ($CV=8\%$, і знаходилася у межах $32,2-39,0\%$ залежно від сорту. Застосування сумішей Різолан + Мікофренд та Андерізі + Мікофренд сприяло збільшенню концентрації протеїну на $0,8$ і $1,0\%$ у обох сортів сої овочевої. У фазу біологічної зрілості зерна концентрація протеїну збільшилася до $38,6-42,9\%$, проте різниця між варіантами зменшилася. Застосування сумішей Різолан + Мікофренд та Андерізі + Мікофренд сприяло збільшенню концентрації протеїну $0,4$ і $0,5\%$ відповідно до сорту Романтика та Sac. Окреме застосування біоінокулянтів сприяло менш значному збільшенню концентрації протеїну в зерні – $0,1-0,3\%$ залежно від сорту та інокулянту (табл. 2).

Урожайність зелених бобів «едамаме» і насіннева продуктивність сої овочевої залежно від сорту, інокулянту та мікоризоутворюючого препарату. Використання суміші Андерізі + Мікофренд сприяло підвищенню врожайності $13,3\%$ або $1,5$ т/га у сорту Романтика та $14,3\%$ або $2,8$ т/га у сорту Sac. Суміш Різолан + Мікофренд була більш ефективною, врожайність за її використання збільшувалася на $15,0$ і $15,8\%$ або $1,7$ і $3,1$ т/га відповідно до сорту (табл. 3).

Таблиця 2

Залишок сухої речовини та вміст протеїну у бобах сої овочевої залежно від сорту та біопрепарату (2020–2021 рр.), ($x \pm SD$)

Сорт (фактор А)	Препарат/суміш препаратів (фактор В)	Залишок сухої речовини	Вміст протеїну, %	
			технічна стиглість	біологічна стиглість
Романтика	1	31,70 ± 1,1	38,00 ± 1,2	42,5 ± 0,9
	2	32,00 ± 1,3	38,20 ± 1,6	42,6 ± 1,6
	3	32,07 ± 1,0	38,40 ± 1,4	42,7 ± 2,3
	4	31,80 ± 2,3	38,04 ± 0,3	42,5 ± 1,3
	5	32,20 ± 0,8	38,80 ± 1,4	42,9 ± 0,7
	6	32,30 ± 0,5	39,00 ± 1,5	42,9 ± 1,3
Sac (UD 0202500)	1	26,00 ± 0,7	32,20 ± 1,3	38,6 ± 0,9
	2	26,30 ± 0,9	32,50 ± 1,3	38,8 ± 2,1
	3	26,50 ± 0,9	32,60 ± 0,4	38,9 ± 1,3
	4	26,10 ± 0,8	32,30 ± 2,2	38,7 ± 1,4
	5	26,60 ± 0,7	33,00 ± 0,9	39,1 ± 0,9
	6	26,62 ± 0,9	33,20 ± 0,7	39,1 ± 1,2
	Xmed.	29,2	35,5	40,8
	SD	2,84	2,91	1,92
	CV, %	10%	8%	5%
	НІР ₀₅ А	0,67	1,11	1,19
	В	0,42	0,70	0,75
	А×В	0,94	1,58	1,69

Примітка: 1) Контроль; 2) Андеріс 2 л/т; 3) Різолан 2 л/т; 4) Мікофренд 1,5 л/т; 5) Андеріс 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т; 6) Різолан 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т.

Таблиця 3

Урожайність зелених бобів «седамаме» і насіння сої овочевої залежно від сорту та біопрепарату (2020–2021 рр.), ($x \pm SD$)

Сорт (фактор А)	Препарат/ суміш препаратів (фактор В)	Урожайність «седамаме», т/га	Урожайність насіння, т/га
Романтика	1	11,3 ± 0,39	2200,0 ± 86,0
	2	12,1 ± 0,26	2250,0 ± 61,4
	3	12,2 ± 0,29	2284,0 ± 68,3
	4	11,4 ± 0,24	2214,0 ± 101,4
	5	12,8 ± 0,36	2318,0 ± 59,5
	6	13,0 ± 0,42	2330,0 ± 61,5
Sac (UD 0202500)	1	19,6 ± 0,73	3075,0 ± 94,9
	2	20,9 ± 0,45	3165,0 ± 135,8
	3	21,4 ± 0,72	3240,0 ± 38,1
	4	19,9 ± 0,53	3107,0 ± 110,2
	5	22,4 ± 1,02	3272,0 ± 77,5
	6	22,7 ± 0,79	3348,0 ± 109,5
	Xmed.	16,6	2733,6
	SD	4,60	473,66

Продовження таблиці 3

CV,%	28%	17%
НІР ₀₅ А	0,67	88,7
В	0,48	56,1
А×В	0,93	125,5

Примітка: 1) Контроль; 2) Андеріс 2 л/т; 3) Різолан 2 л/т; 4) Мікофренд 1,5 л/т; 5) Андеріс 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т; 6) Різолан 2 л/т + Мікофренд 1,5 л/т.

Вивчення ефективності біоінокулянтів та мікоризи на формування насінневої продуктивності також є важливими елементом технології. Урожайність насіння коливалася помітно (CV = 17%), залежно від варіанту – 2200–3348 кг/га. Найбільшу врожайність формували посіви сої овочевої за використання суміші Різолан + Мікофренд – 2330 і 3348 кг/га у сортів Романтика та Sac, що забезпечило приріст даного показника відносно контрольних варіантів 5,9 і 8,9% або 130 і 273 кг/га. Суміш Андеріс + Мікофренд також була ефективною. Урожайність насіння сорту Романтика збільшилася на 5,4% або 118 кг/га, сорту Sac – 6,4% або 197 кг/га

Отже, результати проведеного дослідження свідчать про високу ефективність застосування біоінокулянтів окремо та сумісно з мікоризоутворюючим препаратом, як для отримання товарної овочевої продукції так і для отримання високого врожаю насіннєвого матеріалу та у результаті збільшення накопичення біологічного азоту в ґрунті.

Висновки. Результати цього дослідження свідчать про те, що застосування біоінокулянтів та мікоризи для рослин сої овочевої є багатообіцяючим підходом до оптимізації продукційних процесів посівів за рахунок високої ефективності синергізму інокулянтів з мікоризою та біологізації галузі землеробства.

Комплексне застосування біоінокулянтів та мікоризи може допомогти покращити стійкість агроecosистем до несприятливих впливів зміни клімату та сприяти покращенню родючості ґрунту та росту рослин.

Застосування біоінокулянтів та мікоризного препарату в суміші сприяло покращенню формування листкового апарату посівів сої овочевої, показник зростає на 10,6–16,6% ; кількість бобів на рослині зростала на 23,7– 27,8% , а їх маса на 16,2–19,4% ; врожайності на 13,3% або 1,5 т/га у сорту Романтика та 14,3% або 2,8 т/га у сорту Sac. Суміш Різолан + Мікофренд була більш ефективною, врожайність за її використання збільшувалася на 15,0 і 15,8% або 1,7 і 3,1 т/га залежно від сорту. Використання сумішей біоперпаратів забезпечило приріст врожаю насіння 5,9–6,4% залежно від варіанту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pham-Huy C., Huy B. Plant Source Foods. *Food and Lifestyle in Health and Disease*. 2022. P. 187-266. Doi:10.1201/9781003220817-5.
2. Sangle S., Manoharan N., Limgaokar K., Nigam A. Functional potential of unconventional plant sources. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*. 2021. P. 53-59. Doi:10.22159/ijcpr.2021v13i4.42743.
3. López-Malo A., Alzamora S., Paris M., Lastra-Vargas L., Coronel M. Gómez P., Palou E. Naturally Occurring Compounds. *Plant Sources. Antimicrobials in Food*. 2020. P. 527-594, doi:10.1201/9780429058196-17.
4. Hu Q., Yang N., Pan F., Pan X., Wnag X. and Yang P. Adjusting sowing dates improved potato adaptation to climate change in semiarid region, China. *Sustainability*, 2017, 9: 615 p. doi:10.3390/su9040615.

5. Antoun, H. and Prevost, D. (2006) Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria. In: Siddiqui, Z.A., Ed., PGPR: Biocontrol and Biofertilization, Springer, Dordrecht, 1-38. http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4152-7_1
 6. Valetti L., Iriarte L., Fabra A. Effect of previous cropping of rapeseed (*Brassica napus* L.) on soybean (*Glycine max*) root mycorrhization, nodulation, and plant growth. *European Journal of Soil Biology*. 76, 103–106 p. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.08.005>.
 7. Nicholas O., Olubukola O., Xavier C., Baldwin T.. Effects of rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, size distribution and fatty acid of soybean seeds grown under drought stress. *Microbiological Research*. 242. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126640>.
 8. Spagnoletti F., Balestrasse K., Lavado R., Giacometti R. Arbuscular mycorrhiza detoxifying response against arsenic and pathogenic fungus in soybean. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 133. 47-56. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.06.012>.
 9. García de León D., Cantero J., Moora M., Öpik M., Davison J., Vasar M., Teele J., Zobel M. Soybean cultivation supports a diverse arbuscular mycorrhizal fungal community in central Argentina. *Applied Soil Ecology*. 124, PP. 289-297. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.11.020>.
 10. Malviya M., Li C., Solanki M., Lakshmanan P., Singh R. Verma Krishan & Singh, Pratiksha & Sharma, Anjney & Song, Qi-Qi & Nong, Qian & Zeng, Xu-Peng & Li, Yangrui. Large Rhizosphere Bacterial Diversity Exits Among Wild Progenitor Species of Modern Sugarcane (*Saccharum* Spp. Inter-Specific Hybrids). 2021, *Front. Plant Sci.*, 24 February 2022 <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.829337>
 11. Akköprü, Ahmet & Akat, Şahika & Ozaktan, Hatice & Gül, Ayşe & Akbaba, Mustafa. The long-term colonization dynamics of endophytic bacteria in cucumber plants, and their effects on yield, fruit quality and Angular Leaf Spot Disease. *Scientia Horticulturae*. 2021, 282. [10.1016/j.scienta.2021.110005](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110005).
 12. Недвига М. В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України Київ. Сільгоспосвіта, 1994. 344 с.
 13. ДСТУ ЕЭК ООН FFV-06:2007. Квасоля. Настанови щодо постачання і контролювання якості (ЕЭК ООН FFV-06:2001, IDT) [Чиний від 2008-10-01]. Видання офіційне. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. III, 7с.
 14. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунті. Київ.: Нічлава, 2003. 320 с.
 15. ДСТУ 7804:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання сухих речовин або вологи. [Чинний від 2015-06-22]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 19 с.
 16. ДСТУ ISO 5983-2003. Корми для тварин. Визначання вмісту азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Метод К'ельдаля [Чинний від 2005-07-01] (ISO 5983:1997, IDT).
-