

УДК 631.452:631.461.3:631.31/.37
DOI: 10.37128/2707-5826-2025-3-15

**ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЯК
ФАКТОР ВІДНОВЛЕННЯ
ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ
ГРУНТУ**

О.І. ЦИГАНСЬКА, кандидат с-г наук,
доцент

Г.В. ПАНЦИРЕВА, доктор с-г наук,
доцент

В.В. МАШЕНКО, аспірант
Вінницький національний аграрний
університет

За результатами досліджень встановлено та визначено особливості впливу технології вирощування сої на особливості процесу акумуляції біологічного азоту. Відповідно до представлених у статті результатів в процесі дослідження встановлено, що рослини сорту сої Діадема Поділля і сорту сої Азимут у середньому за 2022-2024 роки досліджень накопичували максимальну кількість біологічного азоту відповідно 138,9 кг/га 154,6 кг/га, на тих варіантах досліду де проводили внесення мінеральних добрив у дозі $P_{60}K_{60}$ та передпосівне оброблення насіннєвого матеріалу препаратами Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т), що перевищує контрольний варіант на 74,4 і 75,0 кг/га. При внесенні мінеральних добрив у дозі $P_{60}K_{60}$ спостерігалася максимальна акумуляція біологічного азоту, яка в середньому була більшою від контрольного варіанту та сортових особливостей на 28,4 – 42,3 кг/га. При додатковому внесенні азотних добрив у стартовій дозі (N_{30}) у поєднанні із фосфорно-калійними біологічна фіксація азоту зазнавала негативного впливу. Порівнюючи із контрольним варіантом біологічного азоту нагромаджувалося у ґрунті лише на 18,0 – 18,4 кг/га більше. Встановлено, що застосування сумісної обробки насіннєвого матеріалу біопрепаратами Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т) обумовило формування максимального у досліді показника нагромадження біологічного азоту у досліджуваних сортів сої Діадема Поділля 28,0 – 32,1 кг/га та Азимут 28,3 – 46,6 кг/га. Окрім того, було визначено особливості нагромадження рослинних решток сортів сої залежно від системи удобрення та варіантів застосування біологічних препаратів при підготовці насіння до сівби. Встановлено, що сорт сої Діадема Поділля накопичував децю менше рослинних решток в абсолютно сухій речовині у порівнянні із сортом Азимут. При внесенні добрив у дозі $P_{60}K_{60}$ кількість нагромаджених корневих решток зростала до 1,59 т/га у сорту Діадема Поділля. За умов мінерального живлення у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ спостерігалася зростання корневих решток до 1,63 т/га. Така ж тенденція спостерігалася і в нагромадженні поверхневих рослинних решток у даного сорту. Максимальна кількість як корневих так і поверхневих рослинних решток була зафіксована на варіанті досліду де вносили мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та застосовували біопрепарати Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т) для оброблення насіння у сорту Діадема Поділля. Максимальну кількість як поверхневих так і корневих рослинних решток (2,86 т/га) у сорту Азимут було відмічено на варіанті досліду де вносили мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проводили передпосівне оброблення насіння біопрепаратами Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т).

Ключові слова: рослинні рештки, біологічний азот, азотфіксація, інокуляція, біологічні препарати.

Табл. 2. Літ. 16.

Постановка проблеми. Вплив військових конфліктів на довкілля часто недооцінюється, оскільки основна увага концентрується на людських втратах та руйнуванні інфраструктури, що мають першочергове значення в короткостроковій перспективі. У воєнних умовах покращення складної

екологічної ситуації майже неможливе. Зупиняється діяльність та припиняються інвестиції, які могли б використовуватися для відновлення природних середовищ, захисту видів, управління заповідними територіями, а також пом'якшення наслідків кліматичних змін і адаптації до них. Довготривалі бойові дії викликають серйозну деградацію ґрунтових екосистем. У зонах активних бойових дій ґрунтовий покрив втрачає родючість внаслідок зміни фізико-хімічних властивостей, зокрема через зниження концентрації макроелементів і органічної речовини, а також збільшення лужності. Вплив війн на ґрунти проявляється як безпосередньо через фізичні пошкодження, так і внаслідок зміни життєвого устрою населення і його методів використання природних ресурсів. Водночас процес відновлення ґрунтів є надзвичайно складним і вимагає розуміння та застосування багатогранних взаємодій фізичних, біологічних, соціальних та економічних чинників. Зернові бобові культури відіграють важливу роль не лише як високобілковий корм, а й як ключовий елемент біологізації землеробства. Вони позитивно впливають на родючість ґрунтів і загальний стан навколишнього середовища, збагачуючи ґрунт органічними речовинами й біологічним азотом, що сприяє стабілізації його продуктивності. Згідно з дослідженнями, рівень активізації біологічних процесів завдяки зернобобовим культурам має бути достатньо високим, щоб створити резерв для мінімізації негативного впливу антропогенних факторів на довкілля [15, 16].

Аналіз досліджень і публікацій. Однією з ключових характеристик ґрунту є його родючість, що формується в процесі ґрунтоутворення та визначається комплексом усіх його властивостей. Оптимальні умови для росту і розвитку рослин досягаються за рахунок поєднання фізичних, агрохімічних та біологічних характеристик ґрунту, які значною мірою піддаються антропогенному впливу. У складі показників родючості особливу роль відіграють органічні речовини ґрунту, серед яких головною складовою є гумус. Саме гумус позитивно впливає на агрофізичні властивості: підвищується кількість структурних агрегатів, особливо водостійких, орний шар ґрунту набуває оптимальної будови та щільності, поліпшуються його водопроникність і вологоємність, а також зростає стійкість ґрунту до ерозії. Органічні сполуки утворюються в результаті розкладання рослинних залишків, що піддаються дії ґрунтових ферментів, мікроорганізмів і мезофауни, які використовують ці залишки як джерело будівельних і енергетичних матеріалів [13, 14].

Соя являється однією із найважливіших білково-олійних культур світового значення. Вона вирізняється виключно цінним комплексом корисних хімічних складових сполук у зерні. В зерні сої міститься 35-45% високоякісного за амінокислотним складом, розчинністю та засвоюваністю білка; 17-25 % повноцінної рослинної олії, придатної для використання в харчових, кормових та технічних цілях; 20-30% вуглеводних сполук, у тому числі 10-12% розчинних цукрів; 5-6% зольних мінеральних макро- та мікроелементів; 12 основних вітамінів. Крім того, соя має здатність підвищувати родючість ґрунту за рахунок

симбіотичної фіксації азоту із атмосферного повітря. Характеризується особливою адаптивністю до різних умов вирощування [10, 11].

Соя, як і інші бобові культури, має унікальну здатність формувати симбіотичну взаємодію з бактеріями роду *Rhizobium* виду *Bradyrhizobium*, внаслідок чого атмосферний азот перетворюється на амонійний азот, тобто у форму, що споживається рослиною. Ця взаємодія відбувається в особливих корневих тканинах, які називаються бульбочками. Завдяки такому симбіозу рослини одержують із повітря необхідну кількість азоту для свого зростання та розвитку протягом усього періоду вегетації. Нагромадження рослинних решток в 0–30 см шарі ґрунту зернопросапної сівозміни за вирощування сої та застосуванням мінеральної системи удобрення сприяло накопиченню післяжнивних решток у кількості 2,92 т/га. Накопичення рослинних залишків в ґрунтах залежить від видового розмаїття, розподілу та взаємозв'язку культур у сівозміні. Варто коригувати співвідношення площ під різними сільськогосподарськими культурами, що дає змогу частково збільшувати надходження свіжої органічної речовини в ґрунт з рослинними рештками. Слід підкреслити, що рослинні залишки містять чимало поживних елементів, які можуть бути використані наступними культурами сівозміни [5, 6].

Відповідно до результатів досліджень науковців аналіз кореневої системи та її маси на різних ділянках показав суттєві відмінності, що відображає вплив використаних мікробних інокулянтів. На контрольній ділянці, де інокулянти не вносилися, середня вага кореневої системи становила 12 г, а довжина коренів досягала 20 см. Це базовий показник, що відображає стандартний розвиток рослин за відсутності біологічної стимуляції. Обмежений розвиток кореневої системи на цій ділянці свідчить про обмежену здатність рослин ефективно засвоювати поживні речовини та воду, що може негативно вплинути на загальний розвиток та врожайність. На ділянці з використанням інокулянту спостерігалася значне покращення розвитку кореневої системи. Середня вага коренів збільшилася до 16 г, а довжина досягла 25 см. Це свідчить про позитивний вплив інокулянту на розвиток кореневої системи, особливо на формування корневих бульбочок, які відіграють ключову роль у азотфіксації [1-4].

За результатами вчених було встановлено, що вирощування зернобобових культур позитивно впливало на стан ґрунту, сприяючи зростанню вмісту гумусу, покращенню капілярної пористості та підвищенню водоутримувальних характеристик ґрунту. У той же час на контрольних ділянках, де культивувалися виключно злакові рослини, зазначені параметри залишалися на нижчому рівні. Окрім того, фіксувалася активізація біологічних процесів у ґрунті завдяки значному збільшенню кількості азотфіксуючих (*Bradyrhizobium*, *Azotobacter*) та фосформобілізуючих (*Pseudomonas*, *Bacillus*) бактерій на варіантах де вирощувалися зернобобові культури. Зернові бобові культури, що досліджувалися формували сталі показники продуктивності навіть без додаткових доз азотних добрив, що свідчить про необхідність їх впровадження

у сівоzmіні задля збереження і підтримання показників родючості ґрунту, поліпшення мікробіологічного балансу та скорочення потреби у використанні мінеральних добрив [12].

Рослини бобових культур мають унікальну властивість засвоювати азот із атмосфери завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями. Це значно знижує витрати на їх вирощування та робить їх незамінними попередниками для інших сільськогосподарських культур. Зокрема, соя у сівоzmіні виступає як ефективний і екологічно безпечний спосіб покращення родючості ґрунту. Вона сприяє його збагаченню, накопичуючи до 200 кг/га азоту завдяки діяльності бульбочкових бактерій, що робить її ідеальним вибором в якості попередника для наступних культур у сівоzmіні. Використання вторинної продукції в якості органічних добрив (солома, рослинні рештки), сидеральних культур на сьогоднішній день являється перспективним так само як і елементи біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур [7, 8, 9].

Матеріал та методи досліджень. Впродовж 2022–2024 років було проведено дослідження, спрямоване на вивчення особливостей акумулювання біологічного азоту в ґрунті різними сортами сої під впливом передпосівної обробки насіння препаратами біологічного походження. Експеримент здійснювали в польових умовах на території науково-дослідного господарства «Агрономічне» ВНАУ. Загальна площа посівної ділянки становила 40 м², а облікова – 25 м², із триразовою повторністю досліду. Ділянки розміщували систематично, забезпечуючи рівномірні умови для експерименту. Озима пшениця слугувала попередником у сівоzmіні, що забезпечувало сприятливий агрофон для вирощування сої. Сам посів виконували широкорядним способом із міжряддями шириною 45 см. Відповідно до методу Станкова проводили визначення кількості рослинних решток у ґрунті. У період збору врожаю моноліти ґрунту, які відбиралися на глибині 0–30 см, в подальшому відмивалися на ситі з діаметром отворів 1,00 мм. Кількість надземних пожнивних решток розраховувалася у відповідності до висоти зрізу рослин (10–15 см). Зрізана побічна продукція зароблялася у ґрунт. В загальному для проведення польових досліджень, збору результатів та їх аналізу використовували відповідні загальноприйняті методики проведення досліджень у сільському господарстві [3].

Результати досліджень та їх обговорення. Беручи до уваги надзвичайно важливу роль біологічного азоту котрий фіксується бобовими культурами у симбіозі із бульбочковими бактеріями для забезпечення життєдіяльності рослинних організмів не можливо переоцінити його важливість як в теоретичному так і практичному значенні для наукової складової сільського господарства. Використовуючи значення активний симбіотичний потенціал та питомий активний симбіоз проводили розрахунок кількості фіксованого азоту повітря згідно із методикою для такого дослідження.

З огляду на підсумки проведеного нами аналізу, встановлено, що питома

активність симбіотичної взаємодії бульбочкових бактерій у посівах сої зазнавала змін, залежно від сорту культури та року проведення досліджень. У рослин сорту сої Діадема Поділля показники питомої активності симбіозу становили у 2022 році – 6,5 г·N/кг за добу, у 2023 – 7,2 г·N/кг за добу і у 2024 – 6,2 г·N/кг за добу. Досліджуваний сорт сої Азимут сформував показники на рівні 6,7, 7,5 і 6,5 г·N/кг по роках проведення досліджень. Такі коливання інтенсивності питомої активності симбіозу можуть бути спричинені коливаннями активного симбіотичного потенціалу, залежно від років дослідження та сортів. Максимальний показник активного симбіотичного потенціалу, а отже, й активності азотфіксації, у розрізі років експериментів, був зафіксований у сорту Азимут (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість накопиченого сортами сої у ґрунті біологічно фіксованого азоту, середнє за 2022-2024 рр., кг/га

Рівень удобрєння	Оброблення біопрепаратом	Діадема Поділля				Азимут			
		роки							
		2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
без добрих	1	90,8	56,7	46,1	64,5	103,3	67,1	68,5	79,6
	2	117,7	81,7	70,9	90,1	137,9	90,7	81,1	103,2
	3	95,3	61,9	63,0	73,4	121,3	84,4	61,7	89,1
	4	122,6	84,8	70,2	92,5	146,3	95,6	82,0	107,9
P ₆₀ K ₆₀	1	138,0	97,9	84,5	106,8	134,1	99,3	90,6	108,0
	2	155,1	128,0	109,7	130,9	160,9	142,0	107,0	136,6
	3	159,1	101,3	98,5	119,6	149,5	112,8	105,3	122,5
	4	175,7	130,0	111,1	138,9	186,8	150,5	126,4	154,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	1	118,2	71,8	64,1	84,7	123,5	92,5	77,9	98,0
	2	147,8	100,8	88,5	112,4	153,9	122,4	93,7	123,3
	3	127,6	86,5	68,1	94,1	133,9	107,4	80,2	107,2
	4	152,2	102,8	90,5	115,2	169,9	114,5	103,1	129,2

Примітка: 1. Без оброблення; 2. Андеріз (3,0 л/т); 3. Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т); 4. Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т).

Сформовано за результатами власних досліджень

З огляду на одержані дані в результаті проведення польового дослідження можна стверджувати те, що сорти сої Діадема Поділля і Азимут у середньому за 2022-2024 роки досліджень акумулювали максимальну кількість біологічного азоту атмосфери 138,9 кг/га та 154,6 кг/га відповідно на тих варіантах досліду де вносили мінеральні добрива у дозі P₆₀K₆₀ та проводили передпосівне оброблення насінневого матеріалу препаратами Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т), що відповідно, на 74,4 і 75,0 кг/га перевищує контроль. Максимальний рівень накопичення біологічного азоту із перевищенням контрольних варіантів залежно від сорту в середньому

на 28,4 – 42,3 кг/га було відмічено на варіантах досліду де мінеральні добрива вносилися у дозі $P_{60}K_{60}$. При внесенні азотних добрив (N_{30}) у поєднанні із фосфорно-калійними спостерігався негативний вплив на біологічну фіксацію азоту, при цьому рівень його накопичення був на 18,0 – 18,4 кг/га більше порівняно із контролем. Проведення передпосівної обробки посівного матеріалу біопрепаратом Андеріз (3,0 л/т) посприяло зростанню азотфіксації на 24,1 – 27,7 кг/га у сорту Діадема Поділля та на 23,6 – 28,6 кг/га у сорту Азимут. Оброблення насіння препаратами Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) підвищувало накопичення біологічного азоту, відповідно, на 8,9 – 12,8 і 9,2 – 14,5 кг/га. Максимальні прирости показників накопичення біологічного азоту у сорту Діадема Поділля 28,0 – 32,1 кг/га та у сорту Азимут 28,3 – 46,6 кг/га було відмічено на варіантах, де застосовували комплексну обробку насіння препаратами Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т).

Слід відмітити, що погодні умови в роки проведення досліджень безпосередньо впливали на біологічну азотфіксацію та величину накопичення у ґрунті симбіотичного азоту поряд із поставленими на вивчення факторами схеми досліду. Максимальна реалізація симбіотичного потенціалу у досліджуваних сортів сої спостерігалася на варіантах досліду де вносили мінеральні добрива у дозі $P_{60}K_{60}$, та обробляли насіння препаратами Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т).

Враховуючи тенденцію сьогодення до зниження використання органічних добрив набуває важливості застосування післяжнивних решток як одного із джерел повернення органічної речовини у ґрунт. Від загальної кількості післяжнивних решток та терміну їх розкладання значною мірою залежить не лише родючість ґрунту (за рахунок запасів органіки, азоту, зольних елементів живлення рослин), а й урожайність культур сівозміни.

За результатами дослідження було визначено особливості нагромадження рослинних решток сортами сої під впливом різних варіантів внесення мінеральних добрив та оброблення насіння перед сівбою різними біологічними препаратами. Встановлено, що сорт сої Діадема Поділля накопичував дещо менше рослинних решток в абсолютно сухій речовині у порівнянні із сортом Азимут. При внесенні добрив у дозі $P_{60}K_{60}$ кількість нагромаджених корневих решток зростала до 1,59 т/га у сорту Діадема Поділля. За умов мінерального живлення у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ спостерігалася зростання корневих решток до 1,63 т/га. Така ж тенденція спостерігалася і в нагромадженні поверхневих рослинних решток у даного сорту. Застосування біологічних препаратів для оброблення насіння сої перед посівом також позитивно впливало на накопичення рослинних решток у 0-30 см шарі ґрунту. Максимальна кількість як корневих так і поверхневих рослинних решток була зафіксована на варіанті досліду де вносили мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та застосовували біопрепарати Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т) для оброблення насіння у сорту Діадема Поділля.

Таблиця 2

Нагромадження рослинних решток в 0-30 см шарі ґрунту сортами сої залежно від застосування біопрепаратів у середньому за 2022-2024 рр., т/га

Рівень удобрення	Оброблення біопрепаратом	Діадема Поділля			Азимут		
		Рослинні рештки в абсолютно сухій речовині, т/га					
		кореневі	поверхневі	всього	кореневі	поверхневі	всього
без добрих	1	1,45	0,72	2,17	1,46	0,74	2,20
	2	1,48	0,75	2,23	1,50	0,78	2,28
	3	1,51	0,79	2,30	1,52	0,81	2,33
	4	1,55	0,82	2,37	1,57	0,85	2,42
P ₆₀ K ₆ 0	1	1,59	0,83	2,42	1,60	0,84	2,44
	2	1,63	0,87	2,50	1,65	0,89	2,54
	3	1,65	0,91	2,56	1,66	0,92	2,58
	4	1,72	0,94	2,66	1,74	0,96	2,70
N ₃₀ P ₆ 0K ₆₀	1	1,63	0,91	2,54	1,62	0,93	2,55
	2	1,68	0,96	2,64	1,71	0,99	2,70
	3	1,71	0,99	2,70	1,73	1,01	2,74
	4	1,77	1,03	2,80	1,80	1,06	2,86

Примітка: 1. Без оброблення; 2. Андеріз (3,0 л/т); 3. Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т); 4. Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т).

Сформовано за результатами власних досліджень

У сорту сої Азимут простежувалася схожа тенденція по нагромадженню рослинних решток в 0-30 см шарі ґрунту як і у сорту Діадема Поділля. Накопичення поверхневих рослинних решток зростало на 0,1 т/га на фоні внесення $P_{60}K_6$ та на 0,19 т/га на фоні внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ у порівнянні із контрольним варіантом. Максимальну кількість як поверхневих так і кореневих рослинних решток (2,86 т/га) у сорту Азимут було відмічено на варіанті досліду де вносили мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проводили підготовку насіння до посіву з використанням комплексу біопрепаратів Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т). Що є одним із чинників для підвищення родючості та продуктивності ґрунтів за рахунок накопичення органічної речовини із пожнивними рештками та біологічної фіксації азоту досліджуваними сортами сої.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проводячи аналіз результатів досліджень за 2022-2024 рр. було встановлено, що досліджувані сорти сої мають значний потенціал у фіксації та нагромадженні біологічного азоту в ґрунті. Таким чином, за результатами проведених нами досліджень було встановлено, що максимальна кількість біологічного азоту атмосфери рослинами сої досліджуваних сортів Діадема Поділля (138,9 кг/га), Азимут (154,6 кг/га) у середньому за роки досліджень, фіксувалася на дослідних

варіантах де вносили мінеральні добрива у дозі $P_{60}K_{60}$ та проводили передпосівну обробку насіннєвого матеріалу препаратами Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т), що перевищувало контрольні варіанти на 74,4 і 75,0 кг/га відповідно. Максимальний рівень накопичення біологічного азоту був зафіксований при внесенні мінеральних добрив у дозі $P_{60}K_{60}$, та перевищував контрольні варіанти в середньому на 28,4 кг/га у сорту Діадема Поділля та на 42,3 кг/га у сорту Азимут. За результатами дослідження було визначено особливості нагромадження рослинних решток сортів сої залежно від системи удобрення та варіантів застосування біологічних препаратів при підготовці насіння до сівби. Максимальна кількість як кореневих так і поверхневих рослинних решток була зафіксована на варіантах досліду де вносили мінеральні добрива у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та застосовували біопрепарати Органік баланс моно фосфор (1,5 л/т) + Меланоріз (2,0 л/т) + Андеріз (3,0 л/т) для оброблення насіння як у сорту Діадема Поділля так і у сорту Азимут. Отримані дані досліджень щодо обсягу накопичення біологічного азоту у ґрунті та накопичення рослинних решток у шарі ґрунту 0-30 см, отримані при вирощуванні посівів сої, вказують на ключову роль культури в сівозмінах. Її використання є важливим для відновлення родючості ґрунту та його збагачення органічними речовинами.

Список використаної літератури

1. Дідур І. М., Шевчук В. В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №1 (16). С. 36–43. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4
2. Мазур О.В., Мазур О.В. Адаптивна цінність сортів сої за вирощування в різних екоградієнтах. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 2 (29). С. 172-180. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-15
3. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 334 с.
4. Циганська О.І., Шевчук О.В. Формування фотосинтетичного потенціалу сортів сої залежно від доз мінеральних добрив та позакореневого підживлення органо-мінеральним добривом. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2024. № 2 (108). DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.008](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.008)
5. Циганський В. І., Циганська О. І. Вплив елементів технології вирощування на активізацію рослинно-мікробного симбіозу та процеси трансформації азоту у агроценозах люцерни посівної. *Сільське господарство та лісівництво*. № 1 (16). 2020. С. 61-72. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-5
6. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. *Сільське господарство та лісівництво*. № 4 (15). 2019. С. 83-93. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-3-4-8.

7. Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив та біопрепарату на ріст та розвиток рослин сої. *Наукові доповіді НУБІП*. 2021. № 6 (94). <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2021.06.008>
8. Циганський В.І., Циганська О.І., Панцирева Г.В., Шевчук О.В. Накопичення біологічного азоту багаторічними бобовими травами та зернобобовими культурами як спосіб відновлення родючості ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 1 (36). С. 16-27. DOI: 10.37128/2707-5826-2025-1-2
9. Didur, I., Tsyhanskyi, V., & Tsyhanska, O. Influence of biologisation of the nutrition system on the transformation of biological nitrogen and formation of soybean productivity. *Plant and Soil Science*. 2023. № 14(4). P. 86-97. DOI:<https://doi.org/10.31548/plant4.2023.86>
10. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O.I., Malynka L. V., Butenko A. O., Masik I. M., Klochkova T. I. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses. *Modern Phytomorphology*. 2019. Vol. 13. P. 30–34. DOI: 10.5281/zenodo.3518830
11. Didur I., Tsyhanskyi V., Tsyhanska O. The influence of biologization of the nutrition system on the formation of photosynthetic productivity of soybean crops. *Modern Phytomorphology*. 2024. Vol. 18. Issue 4. P. 119-123. DOI: 10.5281/zenodo.200121
12. Drobitko, A., Kachanova, T., Smirnova, I. , & Drobitko, O. (2025). Potential of leguminous crops for sustainable development of the agricultural sector. *Scientific Horizons*, 28(6), 36-49. DOI:<https://doi.org/10.48077/scihor6.2025.36>
13. Korobko, A., Kravets, R., Mazur, O., Mazur, O., Shevchenko, N.. Nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on seed inoculation and foliar fertilization with biopreparations. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. 25(4). P. 23-37. DOI: 10.12911/22998993/183497.
14. Khomina V., Lapchynskyi V., Pustova Z., Nebaba K., Plahtiy D. Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*. 2024. 27(10). P. 79-90. DOI: 10.48077/scihor10.2024.79.
15. Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pantsyreva H., Ovcharuk V. Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 2021. 24 (1). P. 54-60. DOI: 10.48077/scihor.24(1). 2021. P. 54-60
16. Mazur O., Mazur O., Tymoshchuk T., Didur I., Tsyhanskyi V. Study of legume-rhizobia symbiosis in soybean for agroecosystem resilience. *Scientific Horizons*. 2024. 27(11). P 68-89. DOI: 10.48077/scihor11.2024.68.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Didur I. M., Shevchuk V. V. (2020) Pidvyshchennia rodiuchosti ґрунту v rezultati nakopychennia biolohichnoho azotu bobovymy kulturamy. [*Increasing soil fertility as a result of the accumulation of biological nitrogen by legumes*]. *Silске*

hospodarstvo i lisivnytstvo – Agriculture and forestry. №1 (16). P. 36-43. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4 [in Ukrainian].

2. Mazur O.V., Mazur O.V. (2023) *Adaptyvna tsinnist sortiv soi za vyroshchuvannya v riznykh ekohradiientakh. [Adaptive value of soybean varieties for growing in various ecological environments]. Silske hospodarstvo i lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 2 (29). P. 172–180. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-15 [in Ukrainian].

3. Moiseichenko V.F., Yeshenko V.O. (1994) *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. [Fundamentals of scientific research in agronomy]*. K.: High school. 334 p. [in Ukrainian].

4. Tsyhanska O.I., Shevchuk O.V. (2024) *Formuvannya fotosyntetychnoho potentsialu sortiv soi zalezno vid doz mineralnykh dobryv ta pozakorenevoho pidzhyvlennia orhano-mineralnym dobryvom. [Formation of photosynthetic potential of soybean varieties depending on doses of mineral fertilizers and foliar feeding with organo-mineral fertilizer.]. Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy – Scientific Reports of the NULES of Ukraine*. № 2. (108). DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.008](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.008) [in Ukrainian].

5. Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O. I. (2020). *Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya na aktyvizatsiiu roslynno-mikrobnogo symbiozu ta protsesy transformatsii azotu u ahrotsenozakh liutserny posivnoi. [The influence of elements of cultivation technology on the activation of plant-microbial symbiosis and nitrogen transformation processes in agroecosystems of alfalfa seed]. Silske hospodarstvo i lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 1 (16). P. 61-72. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-5 [in Ukrainian].

6. Tsyhanska O. I., Tsyhanskyi V. I. (2019). *Vplyv mineralnykh dobryv ta sposobiv vykorystannia kompleksu mikroelementiv na vysotu roslyn soi. [The effect of mineral fertilizers and methods of using a complex of trace elements on the height of soybean plants.]. Silske hospodarstvo i lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (15) P. 83-93. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-3-4-8 [in Ukrainian].

7. Tsyhanska O. I. (2021). *Vplyv mineralnykh dobryv ta biopreparatu na rist ta rozvytok roslyn soi. [The effect of mineral fertilizers and biological preparation on the growth and development of soybean plants.]. Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy - Scientific Reports of the NULES of Ukraine*. № 6 (94). <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2021.06.008> [in Ukrainian].

8. Циганський В.І., Циганська О.І., Панцирева Г.В., Шевчук О.В. *Накопичення біологічного азоту багаторічними бобовими травами та зернобобовими культурами як спосіб відновлення родючості ґрунту. Сільське господарство та лісівництво*. 2025. № 1 (36). С. 16-27. DOI: 10.37128/2707-5826-2025-1-2.

9. Didur, I., Tsyhanskyi, V., & Tsyhanska, O. (2023). *Influence of biologisation of the nutrition system on the transformation of biological nitrogen and formation of soybean productivity. Plant and Soil Science*. № 14(4). P. 86-97.

DOI:<https://doi.org/10.31548/plant4.2023.86> [In English].

10. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O.I., Malynka L. V., Butenko A. O., Masik I. M., Klochkova T. I. (2019). Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses. *Modern Phytomorphology*. Vol. 13. P. 30–34. DOI: 10.5281/zenodo.3518830 [In English].

11. Didur I., Tsyhanskyi V., Tsyhanska O. (2024). The influence of biologization of the nutrition system on the formation of photosynthetic productivity of soybean crops. *Modern Phytomorphology*. Vol. 18. Issue 4. P. 119-123. DOI: 10.5281/zenodo.200121 [In English].

12. Drobitko, A., Kachanova, T., Smirnova, I. , & Drobitko, O. (2025). Potential of leguminous crops for sustainable development of the agricultural sector. *Scientific Horizons*. 28(6). P. 36-49. DOI:<https://doi.org/10.48077/scihor6.2025.36> [In English].

13. Korobko, A., Kravets, R., Mazur, O., Mazur, O., Shevchenko, N. (2024). Nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on seed inoculation and foliar fertilization with biopreparations. *Journal of Ecological Engineering*. 25(4). P. 23-37. DOI: 10.12911/22998993/183497. [In English]

14. Khomina V., Lapchynskyi V., Pustova Z., Nebaba K., Plahtiy D. (2024). Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*. 27(10). P. 79-90. DOI: 10.48077/scihor10.2024.79. [In English].

15. Mazur V., Didur I., Tkachuk O., Pansyryeva H., Ovcharuk V. (2021). Agroecological stability of cultivars of sparsely distributed legumes in the context of climate change. *Scientific Horizons*. 24 (1). P. 54-60. DOI: 10.48077/scihor.24(1). P. 54-60 [In English].

16. Mazur O., Mazur O., Tymoshchuk T., Didur I., Tsyhanskyi V. (2024). Study of legume-rhizobia symbiosis in soybean for agroecosystem resilience. *Scientific Horizons*. 27(11). P 68-89. DOI: 10.48077/scihor11.2024.68. [In English].

ANNOTATION

SOYBEAN GROWING AS A FACTOR IN RESTORING THE SOIL NUTRIENT REGIME

According to the results of the research, the peculiarities of the influence of soybean cultivation technology on the processes of biological nitrogen accumulation were established and determined. In particular, according to the results of our research, it was found that the highest amount of biological nitrogen in the atmosphere of soybean plants, the *Diadema Podillya* variety 138.9 kg/ha and the *Azimut* variety 154.6 kg/ha on average over the years of research, was recorded in the experimental variants with the application of mineral fertilizers at a dose of P60K60 and pre-sowing treatment of seed material with the preparations Organic Balance Mono Phosphorus (1.5 l/t) + Melanoriz (2.0 l/t) + Anderiz (3.0 l/t), which is 74.4 and 75.0 kg/ha more than the control, respectively. The application of mineral fertilizers at a dose of P60K60 contributed to the maximum level of biological nitrogen accumulation, which exceeded the control variants by an average of 28.4 - 42.3 kg/ha, depending on the variety. The application of nitrogen (N30) together with phosphorus-potassium fertilizers negatively affected the biological fixation of nitrogen, while the level of its accumulation was 18.0 - 18.4 kg/ha higher compared to the control.

It was also found that the greatest increase in the level of biological nitrogen accumulation in the *Diadema Podillya* variety (28.0 - 32.1 kg/ha) and in the *Azimut* variety (28.3 - 46.6 kg/ha) was ensured by the complex use of seed treatment with Organic Balance Mono Phosphorus (1.5 l/t) + Melanoriz (2.0 l/t) + Anderiz (3.0 l/t). It was found that the *Diadema Podillya* soybean variety accumulated slightly less plant residues in absolutely dry matter compared to the *Azimut* variety. When applying fertilizers at a dose of P60K60, the amount of accumulated root residues increased to 1.59 t/ha in the *Diadema Podillya* variety. Under conditions of mineral nutrition at a dose of N30P60K60, an increase in root residues was observed to 1.63 t/ha. The same trend was observed in the accumulation of surface plant residues in this variety. The maximum amount of both root and surface plant residues was recorded in the experimental variant where mineral fertilizers were applied at a dose of N30P60K60 and the biological preparations Organic Balance Mono Phosphorus (1.5 l/t) + Melanoriz (2.0 l/t) + Anderiz (3.0 l/t) were used for seed treatment in the *Diadema Podillya* variety. The maximum amount of both surface and root plant residues (2.86 t/ha) in the *Azimut* variety was noted in the experiment variant where mineral fertilizers were applied at a dose of N30P60K60 and pre-sowing seed treatment was performed with biological preparations Organic Balance Mono Phosphorus (1.5 l/t) + Melanoriz (2.0 l/t) + Anderiz (3.0 l/t). The obtained results of research on the amount of accumulation of biological nitrogen in the soil and the accumulation of plant residues in the 0-30 cm layer of the soil by sowing soybean varieties indicate the importance of using crops in crop rotations in order to restore soil fertility and enrich it with organic residues.

Key words: plant residues, biological nitrogen, nitrogen fixation, inoculation, biological preparations.

Table. 2. Lit. 14.

Інформація про авторів

Циганська Олена Іванівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3.).

Tsyhanska Olena – candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of forestry and landscape management of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: lenkatsiganskaya@gmail.com).

Панцирева Ганна Віталіївна – доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3. e-mail: apantsyрева@ukr.net).

Pantsyрева Hanna candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of forestry and landscape management of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3, e-mail: apantsyрева@ukr.net).

Машенко Віталій Володимирович - аспірант кафедри лісового та садово-паркового господарства Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 3.).

Mashenko Vitalii - post graduate student of the department of forestry and landscape management of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3).