DOI: 10.32636/01308521.2026-(79)-2-9

Оригінальна наукова стаття
УДК 631.874. 631.559

ВПЛИВ РІЗНОВИДІВ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Т. В. Мельничук, В. М. Сендецький, І. В. Сендецький, І. І. Курлянова, Л. І. Туць

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. С. Бандери, 21-А,
м. Івано-Франківськ, 76014

Про авторів:

Тарас МЕЛЬНИЧУК,
кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-1235-0302

Володимир СЕНДЕЦЬКИЙ,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-2424-8206

Іван СЕНДЕЦЬКИЙ,
доктор філософії
ORCID: 0000-0002-1182-3980

Іванна КУРЛЯНОВА
ORCID: 0009-0008-1287-182X

Любомира ТУЦЬ
ORCID : 0009-0002-7523-7283

Для листування:
Тарас МЕЛЬНИЧУК
e-mail: prykarpatskadsds@ukr.net

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних наук України

Інформація про фінансування:
Національна академія аграрних наук України

Отримано:
9 березня 2026 р.
Погоджено до друку:
9 травня 2026 р.
Опубліковано:
30 червня 2026 р.

Проведеними дослідженнями встановлено вплив різновидів органічного удобрення порівняно з контролем на формування густоти рослин, структурних елементів продуктивності та врожайності в послідовності ефективності застосування: деструктора Вермистим-Д, органічного добрива Вермимаг, вирощування сидеральних культур, їх сумісного та комплексного використання. Це забезпечило збільшення густоти рослин у період сходів на 1,4–4,9 %, у період збирання врожаю – на 1,5–16,7 % із підвищенням на 2–9 % частки їх виживання і збереження в агроценозі, кількості бобів на рослині – від 3,5 до 11,4 шт. або на 12,1–39,3 %, маси 1000 насінин – від 10,4 до 39,1 г або на 5,1–21,4 %, кількості насінин у бобі – на 4,2–8,3 %. За результатами застосування органічного удобрення порівняно з контролем отримано приріст урожайності сої на 0,35–1,49 т/га або на 20–85 % з найвищими показниками за комплексного використання – на 1,14–1,49 т/га (65–85 %) та диференціацією впливу окремих видів, зокрема деструктора – на 0,35 т/га, органічного добрива – на 0,46 т/га, сидеральних культур – на 0,76–0,79 т/га, сумісного застосування – на 0,98–1,25 т/га, з підвищенням вмісту білка на 1,3–3,3 % та олії на 0,6–2,0 %. Частка впливу факторів за комплексного застосування різновидів органічного удобрення на рівень продуктивності сої (використання соломи і післяжнивних решток) становила 32,8–33,9 %, сидеральних культур – 43,9–44,5 %, їх взаємодії – 7,8–8,5 % та інших чинників – 10,1–12,1 %. За показниками ефективності порівняно з контролем, при зростанні загальних витрат на вирощування з 1,8 до 5,8 тис. грн/га, встановлено зниження собівартості 1 т продукції на 1,0–1,8 тис. грн та збільшення умовно-чистого прибутку на 5,2–13,6 тис. грн/га і рентабельності на 25–50 %.

Ключові слова: Вермимаг, Вермистим-Д, гірчиця біла, органічне удобрення, редька олійна, сидерат, солома і післяжнивні рештки, соя культурна, врожайність.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Мельничук Т. В., Сендецький В. М., Сендецький І. В., Курлянова І. І., Туць Л. І., 2026

The influence of types of organic fertilization on soybean productivity in the conditions of the Pre-Carpathian region

Precarpathian State
Agricultural Research Station
of the Institute of Agriculture
of the Carpathian Region of NAAS
21-A S. Bandery St., Ivano-Frankivsk, 76014

About authors:

Taras MELNYCHUK
ORCID: 0000-0002-1235-0302

Volodymyr SENDETSKYI
ORCID: 0000-0003-2424-8206

Ivan SENDETSKYI
ORCID: 0000-0002-1182-3980

Ivanna KURLYANOVA
ORCID: 0009-0008-1287-182X

Lyubomyra TUTS
ORCID: 0009-0002-7523-7283

For correspondence:
Taras MELNYCHUK
e-mail: prykarpatskadsds@ukr.net

Funding information:
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Received:
March 9, 2026
Accepted:
May 9, 2026
Published:
June 30, 2026

The conducted studies established the influence of types of organic fertilizer compared to the control on the formation of plant density, structural elements of productivity and yield in the sequence of application efficiency: destructor Vermystym-D, organic fertilizer Vermymag, growing green manure crops, and their combined and integrated use. This ensured an increase in plant density during the germination period by 1.4–4.9 %, during the harvest period by 1.5–16.7 % with an increase in their survival and preservation in the agrocenosis by 2–9%, the number of beans per plant by 3.5 to 11.4 pcs. or by 12.1–39.3 %, the mass of 1000 seeds by 10.4 to 39.1 g or by 5.1–21.4 %, the number of seeds in a bean by 4.2–8.3 %. According to the results of the application of organic fertilizer compared to the control, an increase in soybean yield was obtained by 0.35–1.49 t/ha or by 20–85 %, with the highest indicators for complex use – by 1.14–1.49 t/ha (65–85 %) and differentiation of the influence of individual species, in particular, the destructor – by 0.35 t/ha, organic fertilizer – by 0.46 t/ha, green manure crops – by 0.76–0.79 t/ha, combined use – by 0.98–1.25 t/ha, with an increase in protein content by 1.3–3.3 % and oil by 0.6–2.0 %. The share of the influence of factors in the complex application of organic fertilizer varieties on the level of soybean productivity (the use of straw and post-harvest residues) was 32.8–33.9 %, green manure crops – 43.9–44.5%, their interaction – 7.8–8.5 % and other factors – 10.1–12.1 %. According to the efficiency indicators compared to the control, with an increase in total cultivation costs from 1.8 to 5.8 thousand UAH/ha, a decrease in the cost of 1 ton of production by 1.0–1.8 thousand UAH and an increase in conditional net profit by 5.2–13.6 thousand UAH/ha and profitability by 25–50 %.

Keywords: Vermymag, Vermystym-D, white mustard, organic fertilizer, oilseed radish, green manure, straw and post-harvest residues, cultivated soybeans, yield.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Наукові дослідження і виробничий досвід ведення сучасного землеробства свідчать, що важливим джерелом збагачення ґрунту органічними речовинами та підвищення продуктивності культур можуть стати сидерати і вторинна продукція – солома й післяжнивні рештки польових культур [2, 17, 20]. Відсутність достатнього обсягу застосування традиційних видів органічних добрив та значне підвищення цін на мінеральні добрива спонукають агровиробників до пошуку альтернативних ефективних джерел, якими стають солома, рослинні рештки та сидерати [17, 20, 23].

Залежно від біологічних особливостей сортів та гібридів, у полі після збирання врожаю зернових культур залишається в середньому 4,5–6,0 т/га соломи, що містить 20–25 кг азоту, 10–15 кг фосфору, 40–60 кг калію та кальцію, 7–12 кг сірки і понад 400 г мікроелементів; після кукурудзи – 6–8 т/га соломи з умістом 55–60 кг азоту, 20–25 кг фосфору, 120–130 кг калію; після соняшнику – 5,5–7 т/га соломи з умістом 70–85 кг азоту, 35–40 кг фосфору, 230–255 кг калію, 80–90 кг

кальцію, 30–35 кг магнію. У перерахунку на вміст цієї кількості елементів у мінеральних добривах це становить понад 6–7 тис. грн на гектар [2, 20, 21].

Впродовж останніх років в Україні, враховуючи досвід іноземних агрофірм, актуальними питаннями досліджень стали способи пришвидшеного розкладання соломи і рослинних решток за оброблення рослинних решток біодеструкторами. За внесення їх на рослиннні рештки зернових, кукурудзи, соняшнику відбувається стимуляція росту й розвитку мікробіоти ґрунту: целюлозоруйнівних, азотфіксуючих, фосфатмобілізуючих мікроорганізмів, які, оселившись на рослинних рештках разом з аборигенною мікрофлорою, руйнують їх, тобто живляться ними. Як наслідок, створюються сприятливі передумови для формування розчинних і доступних для рослин форм макро- і мікроелементів та гумусоутворюючих процесів [2, 17, 21].

Основними функціями деструктора є ефективне розкладання рослинних решток та відновлення балансу корисної мікрофлори, біоремедіація ґрунтів із запобіганням розвитку деградаційних процесів та відновлення їм втраченої родючості [17, 19, 23].

Зелене добриво служить невичерпним і постійно відновлюваним джерелом азоту й органічних речовин. Завдяки йому у ґрунт повертається частина елементів живлення, які були витрачені на створення врожаю, що є невід’ємною частиною біологізованих систем землеробства. Цінність культур проміжного вирощування, використаних як сидерати, полягає в тому, що вони не займають окремо відведеного для них поля, а використовують для формування врожаю зеленої маси агрокліматичні ресурси, не використані основними культурами сівозміни [15, 16, 21].

За розрахунками провідних науково-дослідних установ обґрунтовано, що при існуючому дефіциті забезпечення ґрунтів органічною масою для збереження і відтворення їхньої родючості в Україні щорічно необхідно висівати 0,5–1,0 млн га сидеральних культур, у структурі яких капустяні, як найбільш пріоритетні за комплексом ознак, можуть займати 50–60 % площ [16, 21, 23].

Серед Західноєвропейських країн провідне місце за масштабами сидерації ґрунтів займає Німеччина (понад 500 тис. га), тому науково-виробничий досвід цієї країни, яка має ґрунтово-кліматичні умови, схожі до Полісся та Лісостепу західної частини України, становить неабиякий інтерес [16, 17, 36].

Заробляння соломи у поєднанні з сидератами створює оптимальні умови для розкладання органічних речовин, забезпечуючи вищий коефіфіцієнт мінералізації та їх гуміфіковації. За вмістом органічних речовин і дією на відновлення гумусу 1 т соломи прирівнюється до 3–4 т підстилкового гною. З 1 т соломи синтезується 160–180 кг органічних речовин, а з 1 т гною – 50–60 кг. Сидерати накопичують до 20–30 т/га зеленої маси, що рівноцінно внесенню 20 т/га гною. В 1 т їх сухої маси сидератів міститься 15–25 кг азоту, 5 кг фосфору та до 80 кг калію [15, 16, 23].

Літературні джерела свідчать про те, що в останні роки в Україні та в більшості економічно розвинених країн світу велика увага приділяється питанню широкого застосування у землеробстві рідких органічних добрив. Вони являють собою водні розчини органічних або мінеральних речовин, які призначені як для безпосереднього внесення в ґрунт, так і для позакореневого використання [29, 30, 34].

Результати досліджень свідчать про те, що їх застосування у землеробстві, особливо в умовах істотних змін кліматичних факторів, є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та покращення якості продукції [16, 29]. Впродовж останніх 6–8 років нами проведено цілий ряд досліджень у напрямку ефективного застосування побічної продукції рослинництва зі способами пришвидшеної її мінералізації

за допомогою використання деструкторів, спільного вирощування сидеральних культур та рідких органічних добрив, особливо в критичні періоди вегетації кукурудзи, ячменю, сої. За результатами досліджень із застосуванням різновидів органічного удобрення отримано підвищення врожайності ячменю ярого на 0,31–0,42 т/га з аргументацією економічної ефективності вирощування [14, 15, 17].

Дослідженнями науковців Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН України, виконаними на сірих лісових ґрунтах, встановлено, що в чотирипільній сівозміні урожайність картоплі у середньо за 11 років за сумісного використання редьки олійної, соломи у дозі 2 т/га сівозмінної площі і мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$) становив 237 ц/га, редьки олійної з мінеральним фоном – 232 ц/га, одночасно після гною в дозі 15 т на 1 га сівозмінної площі – 216 ц/га і 170 ц/га у варіанті без добрив [16, 17, 23].

Узагальнені за десять років дані урожаю зерна ячменю ярого показують, що у післядії гною і сидератів із соломою не встановлено достовірної різниці урожаїв. Так, у варіанті застосування редьки олійної із соломою отримано 41,7 ц/га, самої редьки олійної – 39,9, а у варіанті після гною з мінеральним фоном – 39,5 ц/га [17, 23].

Розширення використання таких специфічних і екологічно чистих органічних добрив, як солома, післяжнивні рештки та зелене добриво, є одним із найважливіших елементів біологічного землеробства, що поліпшують агрофізичні властивості, родючість ґрунту й екологічний стан агроекосистем [8, 16, 24].

Дослідженнями багатьох авторів доведено, що серед найбільш поширених у виробництві сільськогосподарських культур соя виділяється певною специфікою потреби в забезпеченні елементів живлення рослин із врахуванням їхньої симбіотичної активності й можливостями диференціації та оптимізації застосування видів і рівня інтенсивності удобрення для реалізації потенціалу продуктивності культури [5, 18, 32].

Тому узагальнення напрацьованих досліджень, удосконалення та науково-практичне обґрунтування досліджуваних нами різновидів органічного удобрення з установленням особливостей формування структурних показників та продуктивності агроценозу сої за ефективного використання агрокліматичних ресурсів зони вирощування в сучасних умовах є надзвичайно актуальним [1, 5, 18].

Метою наших досліджень було встановити та обґрунтувати вплив та ефективність застосування різновидів органічного удобрення на продуктивність агроценозу сої в умовах Передкарпаття.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження проводились упродовж 2023–2025 рр. на дослідному полі Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, що розташована в агрокліматичній зоні Передкарпаття Івано-Франківської області на дернових глибоких опідзолених глеюватих важкосуглинкових ґрунтах. Агрохімічна характеристика: pH сольове – 5,7; сума ввібраних основ (Ca + Mg) – 16,2 ммоль/100 г (за Каппеном); вміст гумусу (за Тюріним) – 2,29 %; азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 68 мг/кг; рухомого фосфору (за Кірсановим) – 53 мг/кг; рухомого калію (за Кірсановим) – 88 мг/кг ґрунту; рухомих форм мікроелементів: бору (за Бергером і Труогом) – 1,1 мг/кг; молібдену (за Грігом) – 0,2 мг/кг; марганцю (за Пейве і Рінькісом) – 2,7 мг/кг ґрунту. Методи досліджень – польовий, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний.

Дослід закладено згідно зі схмою: Фактор А – застосування соломи і післяжнивних решток для органічного удобрення: A_1 – контроль (без обробки); A_2 – A_1 + обробка деструктором Вермистим-Д; A_3 – A_1 + Вермимаг (ОД); A_4 – A_1 + деструктор + органічне добриво (ОД). Фактор В – вирощування сидеральних культур для удобрення: B_1 – без сидерату; B_2 – сидерат

(гірчиця біла); B_3 – сидерат (редька олійна). Комбінація факторів А і В – сумісне та комплексне застосування різновидів органічного удобрення.

В дослідженнях використано Вермистим-Д в якості деструктора, гірчицю білу (сорт Підпечерецька) і редьку олійну (сорт Журавка) в якості сидератів і рідке органічне добриво Вермимаг, сою культурну (сорт Гуцулка) згідно зі схемою досліду.

Деструктор Вермістим-Д виготовляється з біокомпосту (продукту переробки органічних відходів дощовими каліфорнійськими черв'яками) і містить макро- і мікроелементи, фітогормони, гумінові та фульвокислоти, вітаміни, амінокислоти, специфічні білкові речовини, мікроорганізми: молочнокислі бактерії *Lactobacillus plantarum* не менше $1,0 \times 10^5$, *Lactobacillus casei* не менше $1,0 \times 10^4$, фототрофні бактерії *Rhodopseudomonas palustris* не менше $1,0 \times 10^4$, дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* не менше $1,0 \times 10^4$.

Застосування органічного добрива (ОД) проводилося в період формування розетки 3–5 трійчастих листків до початку бутонізації рослин (ВВСН – 10–19) у дозі 6 л/га. До складу рідкого органічного добрива Вермимаг входять макро- і мікроелементи в кількості: загального азоту – 900–1200 мг/л; загального фосфору – 200–300 мг/л; загального калію – 1500–1900 мг/л; магнію – 2800–3400 мг/л; заліза – 20–25 мг/л; молібдену – 20–30 мг/л; міді – 90–105 мг/л; бору – 12–15 мг/л; цинку – 18–25 мг/л.

У післяжнивний період 2023–2024 рр. після збирання пшениці озимої по стерні та інших рослинних рештках проводили обприскування розчиненим у воді деструктором «Вермистим-Д» (6 л/га, 300 л води на 1 га) і здійснювали лущення стерні дисковою бороною. Білу гірчицю та олійну редьку на сидерат висівали нормою 2 млн сх. нас./га і до початку цвітіння проводили приорювання із залишенням контролю (без обробки та сидерату). Агротехніка вирощування сої загальноприйнята: попередник – озима пшениця, лущення стерні, зяблева оранка на глибину 22–25 см, ранньовесняна культивація для закриття вологи, передпосівний обробіток комбінованим агрегатом. Спосіб сівби – звичайно-рядковий з міжряддям 12,5 см. Норма висіву – 0,75 млн сх. нас./га, розмір посівної ділянки – 86 м^2, облікової – 80 м^2, повторність – 4-кратна з систематичним розміщенням ділянок. В усіх варіантах досліду проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин методом встановлення облікових площадок та структурного аналізу формування біолого-морфологічних ознак репродуктивних органів рослин згідно з методикою проведення експертизи сортів сої.

Обчислення рівня урожаю проводили шляхом обмолоту з кожної ділянки та зважування і перерахунку на стандартну вологість і 100 % чистоту згідно з ДСТУ 2240-93, а для встановлення біологічного рівня урожаю — методом відбору пробних снопів для обмолоту і структурного аналізу рослин із двох несуміжних повторень. Масу 1000 насінин визначали за ДСТУ 4138-2002. Визначення вмісту білка (протеїну) та жиру (олії) проводили згідно з методиками, які базуються на методах К'єльдаля, Сокслета у відповідності до ДСТУ 4964:2008 «Соя. Технічні умови». Економічну ефективність досліджуваних елементів технології розрахували згідно з Ю. О. Тараріко (2001) [22].

Статистична обробка дослідних даних проводилася методом статистичного аналізу (В. О. Ушкаренко та ін., 2013) [10].

Результати та обговорення. Дослідження було проведено впродовж 2023–2025 рр. з використанням узагальнення напрацьованих наукових розробок і практичного досвіду, а також шляхом закладання польових дослідів для вивчення впливу та встановлення ефективності досліджуваних різновидів органічних добрив на формування продуктивності сої. За результатами проведених обліків на дослідній ділянці протягом 2023–2024 рр. встановлено врожайність соломи та інших рослинних

решток пшениці озимої в середньому на рівні 3,5–4,0 т/га; урожай зеленої маси сидеральних культур: гірчиці білої – 17,5 т/га, редьки олійної – 19,0 т/га. Впродовж 2024–2025 рр. показники агрокліматичних факторів (кількість опадів, температура повітря) були неоднозначними порівняно з середньобагаторічними даними, з істотними помісячними відхиленнями за кількістю опадів, запасами вологи в орному шарі ґрунту та особливо середньодобовою температурою повітря, що створювало певні негативні умови для проростання насіння, формування сходів і репродуктивних органів сої. Підсумовуючи аналіз метеоумов у роки досліджень, важливо підкреслити, що вони переважно були несприятливими для формування агроценозу та реалізації потенціалу його продуктивності.

Формування агроценозу сої, зокрема оптимізація густоти рослин, системи живлення та належного фітосанітарного стану впродовж вегетації, є основою реалізації біологічного потенціалу продуктивності сої культурної.

За результатами досліджень встановлено вплив різних видів органічного удобрення порівняно з контролем на показники густоти рослин, структурні елементи продуктивності, врожайність і якість продукції. Найвищу ефективність засвідчили деструктор «Вермистим-Д», органічне добриво «Вермимаг», використання сидеральних культур, а також їх сумісне та комплексне застосування.

Проведеними спостереженнями та обліками встановлено збільшення густоти стояння рослин порівняно з контролем на 1,4–4,9 % у період повних сходів в усіх варіантах, особливо за умови сумісного застосування соломи, сидератів та деструктора (табл. 1).

1. Вплив різновидів органічного добрива на формування густоти рослин та структурні елементи продуктивності сої, середнє за 2024–2025 рр.

Варіанти досліду	Кількість рослин у періоди вегетації				Кількість		Маса 1000 насінин, г
	на час сходів, тис. шт./га	на час збирання урожаю			бобів на рослині, шт.	насінин у бобі, шт.	
		тис. шт./га	до сходів, %	± до контро-лю, %			
1	2	3	4	5	6	7	8
Солома (без обробки) – контроль	590,3	467,1	79	-	29,0	2,4	182,4
Солома (без обробки) + сидерат (гірчиця біла)	610,1	510,7	84	9,3	33,7	2,4	201,0
Солома (без обробки) + сидерат (редька олійна)	600,1	512,6	85	9,7	34,0	2,5	201,8
Солома + обробка деструктором Вермистим Д	590,3	491,2	83	5,2	32,5	2,5	192,8
Солома (без обробки) + Вермимаг (ОД)	600,1	474,5	79	1,5	32,8	2,5	195,6
Солома + обробка деструктором Вермистим Д + ОД	610,1	493,4	81	5,6	33,1	2,5	202,7
Солома + обробка деструктором Вермистим Д + сидерат (гірчиця біла)	610,2	510,7	84	9,3	34,1	2,5	206,2

1	2	3	4	5	6	7	8
Солома + обробка деструктором Вермистим Д + сидерат (редька олійна)	610,2	511,8	84	9,6	34,3	2,5	206,6
Солома + сидерат (гірчиця біла) + ОД	620,6	536,4	86	14,8	35,9	2,5	211,8
Солома + сидерат (редька олійна) + ОД	620,8	537,6	87	15,1	36,1	2,5	212,2
Солома + обробка деструктором Вермистим Д + сидерат (гірчиця біла) + ОД	620,6	543,4	88	16,3	40,1	2,6	220,4
Солома + обробка деструктором Вермистим Д + сидерат (редька олійна) + ОД	620,8	545,3	88	16,7	40,4	2,6	221,5
$НІР_{05}$					2,38		12,5

Результатами застосування різновидів органічного удобрення, фенологічними спостереженнями за ростом і розвитком рослин відмічено підвищену інтенсивність динаміки лінійного росту, термінів формування трійчастих листків; встановлено вплив досліджуваних факторів на процеси вегетації культури та проведено обліки густоти рослин на час збирання урожаю, яка перевищувала показники контролю на 1,5–16,7 % із збільшенням частки виживання і збереження рослин в агроценозі на 2–9 %.

Формування біологічного потенціалу продуктивності сої знаходилося в прямій залежності від густоти рослин та структурних елементів: кількості стручків на рослині, кількості бобів у стручку та маси 1000 насінин.

За сформованої густоти рослин на період збирання урожаю встановлено аналогічну тенденцію впливу різновидів органічного удобрення на формування структурних елементів продуктивності із збільшенням кількості бобів на рослині від 3,5 до 11,4 шт. або на 12,1–39,3 %; маси 1000 насінин від 10,4 до 39,1 г або на 5,1–21,4 % і кількості насінин у бобі на 4,2–8,3 %, що забезпечили передумови для приросту урожайності культури.

У всіх варіантах застосування органічного удобрення до контролю отримано приріст урожайності сої на 0,35–1,49 т/га або 20–85 % з найвищими показниками за комплексне їх використання на 1,14–1,49 т/га або 65–85 % та диференціацією впливу окремих видів, зокрема: деструктора на 0,35 т/га; органічного добрива на 0,46 т/га; сидеральних культур на 0,76–0,79 т/га; сумісного застосування на 0,98–1,25 т/га. На фоні підвищення урожайності встановлено тенденцію зростання показників якості продукції, зокрема вмісту білку на 1,3–3,3 % та олії на 0,6–2,0 % (табл. 2).

Частка впливу комплексного застосування різновидів органічного удобрення на рівень продуктивності сої становила 32,8–33,9 % використання соломи і післяжнивних решток, сидеральних культур – 43,9–44,5 %, їх взаємодії – 7,5–9,5 %, інших – 10,1–12,1 % (рис. 1).

У структурі витрат технологічного процесу вирощування сої у варіантах досліду паливно-мастильні матеріали становили 25–31 %, насіння сої і сидератів – 16–21 %, пестициди – 21–33 %, оплата праці – 16–21 %, накладні витрати – 4,5–5,0 % з відповідними закономірностями зростання чи зменшення їх відносно загальної вартості.

2. Вплив різновидів органічного добрива на урожайність та якісні показники зерна сої, середнє за 2024-2025 рр.

Варіанти органічного удобрення						
Застосування соломи і післяжнивних решток для органічного удобрення Фактор А	Застосування сидеральних культур Фактор В			Показники якості зерна сої		
				вміст білку/олії, %		
	В1 – без сидерату	B_2 – сидерат (гірчиця біла)	B_3 – сидерат (редька олійна)	B_1	B_2	B_3
1	2	3	4	5	6	7
A_1 – контроль (солома і післяжнивні рештки)	1,75 0	2,51 0,76	2,54 0,79	40,1 19,4	42,1 20,6	42,2 20,6
A_2 – контроль + деструктор Вермистим Д	2,10 0,35	2,73 0,98	2,79 1,04	41,2 20,0	42,4 21,2	42,5 21,2
A_3 – контроль + органічне добриво Вермимаг	2,21 0,46	2,92 1,17	3,00 1,25	41,4 20,0	42,4 21,2	42,6 21,2
A_4 – контроль + деструктор Вермистим Д + органічне добриво Вермимаг	2,89 1,14	3,18 1,43	3,24 1,49	41,8 20,0	43,2 21,4	43,4 21,4

Примітка. У знаменнику вказано приріст до контролю. $НІР_{05}$ А = 0,63; $НІР_{05}$ В = 1,06; $НІР_{05}$ АВ = 0,28.

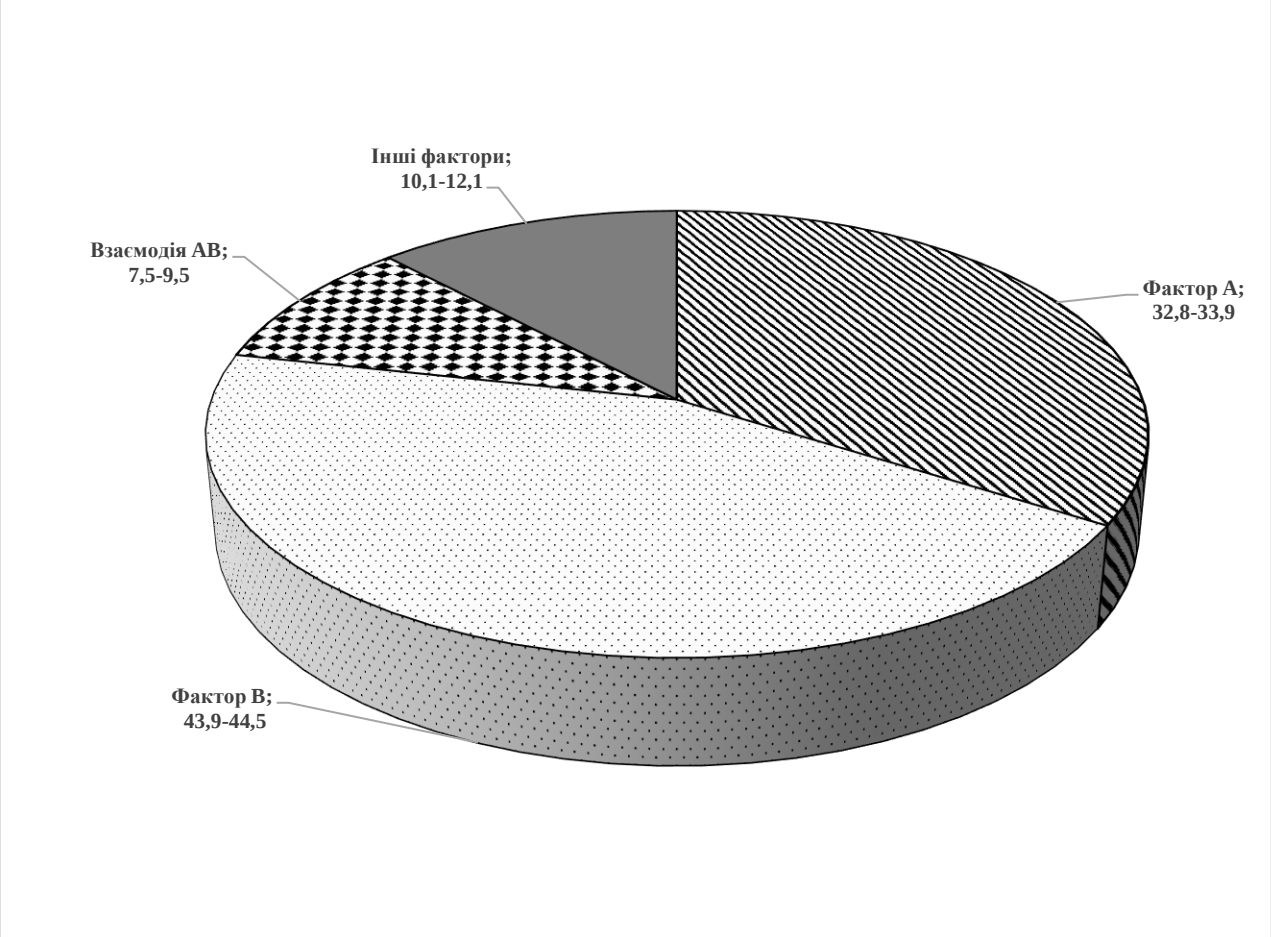

Рис. 1. Частка впливу комплексного застосування різновидів органічного добрива на урожайність сої (2024-2025 рр.)

Аналіз кошторисної вартості застосування різновидів органічного добрива за показниками ефективності до контролю при зростанні загальних затрат на вирощування з 1,8 до 5,8 тис. грн/га забезпечив зниження собівартості 1 т продукції на 1,0–1,8 тис. грн та збільшення умовно-чистого прибутку на 5,2–13,6 тис. грн/га і рентабельності на 25–50 %.

Висновки. Проведеними дослідженнями встановлено вплив різновидів органічного добрива до контролю на формування густоти рослин у період сходів на 1,4–4,9 %, а у період збирання урожаю на 1,5–16,7 % із збільшенням частки виживання та збереження рослин в агроценозі на 2–9 %.

Встановлено вплив різновидів органічного добрива на формування структурних елементів продуктивності із збільшенням кількості бобів на рослині від 3,5 до 11,4 шт. або на 12,1–39,3 %; маси 1000 насінин від 10,4 до 39,1 г або на 5,1–21,4 % і кількості насінин у бобі на 4,2–8,3 %.

Результати досліджень застосування органічних добрив порівняно з контролем показали приріст урожайності сої на 0,35–1,49 т/га, або на 20–85 %. Найвищі показники отримано за комплексного їх використання (на 1,14–1,49 т/га, або на 65–85 %) та за умови диференціації впливу окремих видів, зокрема: деструктора – на 0,35 т/га; органічного добрива – на 0,46 т/га; сидеральних культур – на 0,76–0,79 т/га; їх сумісного застосування – на 0,98–1,25 т/га, що супроводжувалося тенденцією до підвищення вмісту білка на 1,3–3,3 % та олії на 0,6–2,0 %.

Частка впливу факторів за комплексного застосування різновидів органічних добрив на рівень продуктивності сої (використання соломи і післяжнивних решток) становила 32,8–33,9 %, сидеральних культур – 43,9–44,5 %, їх взаємодії – 7,8–8,5 %, інших факторів – 10,1–12,1 %.

Згідно з економічними показниками ефективності, застосування різновидів органічних добрив порівняно з контролем, при зростанні загальних витрат на вирощування з 1,8 до 5,8 тис. грн/га, забезпечило зниження собівартості 1 т продукції на 1,0–1,8 тис. грн, збільшення умовно-чистого прибутку на 5,2–13,6 тис. грн/га та рентабельності на 25–50 %.

Список використаної літератури

1. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія / Г. М. Заболотний та ін. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2020. 276 с. http://repository.vsau.org/getfile.php/27706.pdf.

2. Використання соломи – ефективні техніко-технологічні рішення : рекомендації / [Колектив авторів] ; за ред. В. І. Кравчука; Міністерство аграр. політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2012. 75 с.

3. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Вип. 11. № 1. Р. 13–22. https://doi.org10.31548/agr2020.01.013.

4. Вплив фонів мінерального живленняна урожайність та якість сортів сої / М. Г. Цехмейструк та ін. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 117. С. 206–214. https://selektsiia-nasinnytstvo.com.ua/pbsd/en/article/view/2020-117-20/571.

References

1. Agrobiological foundations of soybean cultivation and ways to maximize its productivity: monograph / G. M. Zabolotnyi et al. Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu., 2020. 276 p. http://repository.vsau.org/getfile.php/27706.pdf.

2. Straw use – effective technical and technological solutions : recommendations / [Authors' team] ; ed. V. I. Kravchuk; Ministry of agrarian policy and production of Ukraine; L. Pohoriloy Ukrainian Research Institute of Agricultural Sciences. Research: L. Pohoriloy Ukrainian Research Institute of Agricultural Sciences, 2012. 75 p.

3. Vyshnivskyi P. S., Furman O. V. Soybean productivity depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo*. 2020. Vol. 11, No. 1. R. 13–22. https://doi.org10.31548/agr2020.01.013.

4. The influence of mineral nutrition backgrounds on the yield and quality of soybean varieties / M. G. Tsekhmeystruk et al. *Breeding and Seed Production*. 2020. Issue 117. P. 206–214. https://selektsiia-

5. Гурикбал Сингх. Соя. Биология, производство, использование. *Зерно*. К., 2014. 656 с.

6. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 4. С. 33–37. http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/8256/1/VAN_2016_33-37.pdf.

7. Дудка А. А., Романько Ю. О. Сортові особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2022. Вип. 128. С. 77–83. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/128_2022/11.pdf.

8. Кормові ресурси польових агроекосистем : монографія / за наук. ред. академіка НААН В. Ф. Петриченка, члена-кореспондента НААН О. В. Корнійчука. Київ : Аграрна наука, 2023. 544 с. https://fri.vin.ua/wp-content/uploads/2023/10/%D0%9A%D0%9E%D0%A0%D0%9C%D0%9E%D0%92%D0%86_%D0%A0%D0%95%D0%A1%D0%A3%D0%A0%D0%A1%D0%98.pdf.

9. Куничак Г. І., Дутчак О. В., Матвієць Н. М. Продуктивність сої за різних способів обробітку ґрунту та системи удобрення з елементами біологізації. *Корми і кормовиробництво*. 2023. Вип. 96. С. 94–101. https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/1497/1276.

10. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) : навчальний посібник / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.

11. Мізерник Д. В. Сучасний стан та перспективи вирощування сої в світі і Україні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 76 (1). С. 36–47. https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-4.

12. Нетіс В. І. Формування елементів продуктивності сої за різних заході в вирощування. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2018. Вип. 99. С. 100–107. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/issue-99-2018.

13. Німенко С. С., Грабовський М. Б. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів органічної технології вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2023. Вип. 79. С. 52–59. https://izpr.ks.ua/archive/2023/79/8.pdf.

14. Сендецький В. М. Продуктивність сої залежно від сумісного застосування соломи, сидератів та органічних добрив в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць «Зрошуване землеробство»*. 2019. Вип. 71. С. 123–127. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.26.

15. Сендецький В. М., Центило Л. В., Мельничук Т. В. Ефективність застосування елементів органічного удобрення на формування продуктивності агроценозу сої. *Наукові доповіді* nasinnytstvo.com.ua/pbsd/en/article/view/2020-117-20/571.

5. Gurikbal Singh. Soy: biology, production, use. *Zerno*. K., 2014. 656 p.

6. Didora V. G., Stupnitska O. S. Soybean productivity depending on inoculation and fertilization in the conditions of Polissya of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2016. No. 4. P. 33–37. http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/8256/1/VAN_2016_33-37.pdf.

7. Dudka A. A., Romanko Yu. O. Varietal features of soybean productivity formation depending on the fertilization system in the conditions of the Northeastern Forest-Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: silskohospodarski nauky*. 2022. Issue 128. P. 77–83. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/128_2022/11.pdf.

8. Feed resources of field agroecosystems : monograph / edited by academician of the NAAS V. F. Petrichenko, corresponding member of the NAAS O. V. Korniychuk. Kyiv : Agrarna nauka, 2023. 544 p. https://fri.vin.ua/wp-content/uploads/2023/10/%D0%9A%D0%9E%D0%A0%D0%9C%D0%9E%D0%92%D0%86_%D0%A0%D0%95%D0%A1%D0%A3%D0%A0%D0%A1%D0%98.pdf.

9. Kunychak G. I., Dutchak O. V., Matviets N. M. Soybean productivity under different methods of soil cultivation and fertilization systems with elements of biologization. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2023. Issue 96. P. 94–101. https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/1497/1276.

10. Field experiment methodology (irrigated agriculture) : manual/ V. O. Ushkarenko et al. Kherson : Grin D. S., 2014. 448 p.

11. Mizernyk D. V. Modern status of the prospects of soybean cultivation in the world and Ukraine. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*. 2024. Issue 76 (1). P. 36–47. https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-4.

12. Netis V. I. Formation of soybean productivity elements under different cultivation conditions. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: silskohospodarski nauky*. 2018. Issue 99. P. 100–107. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/issue-99-2018/

13. Nimenko S. S., Grabovsky M. B. Grain yield of soybean varieties depending on the elements of organic cultivation technology. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2023. Issue 79. P. 52–59. https://izpr.ks.ua/archive/2023/79/8.pdf.

14. Sendetsky V. M. Soybean productivity depending on the combined use of straw, green manure and organic fertilizers in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats «Zroshuvane zemlerobstvo»*. No. 71. 2019 P. 123–127. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.26/

15. Sendetsky V. M., Tsentilo L. V., Melnychuk T. V. The effectiveness of the use of organic fertilizer elements on the formation of the productivity of soybean agrocenosis. *Naukovi dopovidi NUBiP*

НУБіП України. 2022. № 5 (99). https://scireports.com.ua/web/uploads/pdf/SR_6_18(5)_Sendetsky.pdf.

16. Сидерація у технологіях сучасного землеробства : монографія / І. А. Шувар та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2016. 180 с.

17. Солома, післяжнивні рештки і сидерати – агротехнологічні елементи біологізації сучасного землеробства : монографія / В. В. Іванишин та ін. ; за заг. ред. І. А. Шувара, В. М. Сендецького. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2020. 292 с.

18. Соя / В. Ф. Петриченко та ін. Вінниця : Діло, 2016. 392 с.

19. Спосіб сумісного застосування сидератів і деструкції соломи та рослинних решток деструктором «Вермистим-Д» : пат. 96075 Україна ; заявл. 21.08.2014. ; опубл. 12.01.2015, бюл. № 1.

20. Стратегія застосування соломистих решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні / С. Дегодюк та ін. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія.* К., 2013. № 17 (1). С. 205-211. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17%281%29__41.

21. Танчик С. П., Цюх, О. А., Центило Л. В. Наукові основи систем землеробства. Вінниця, 2015. 314 с.

22. Тараріко Ю. О. Економічна оцінка систем землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Нара-Прінт, 2001. 380 с.

23. Центило Л. В. Органічні добрива для сучасних систем землеробства : монографія. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2017. 260 с.

24. Циганський В. І. Оптимізація системи удобрення сої на основі використання препаратів біологічного походження в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво.* 2021. No 21. С. 69–81. http://vsau.vin.ua/repository/getfile.php/28845.pdf.

25. Abd-Alla M. H., Al-Amri S. M., El-Enany A.-W. E. EnhancingRhizobium–Legume Symbiosis and Reducing Nitrogen Fertilizer Use Are Potential Options for Mitigating Climate Change. *Agriculture.* 2023. Vol. 13 (11), article number 2092. https://doi.org/10.3390/agriculture13112092.

26. Adaptive Value of Soybean Varieties by the Seed Quality Parameters / O. Mazur et al. *Acta fytotechn zootechn*. 2024. Vol. 27 (2). P. 157–171. https://acta.fapz.uniag.sk/journal/article/view/465/144.

27. Beruk H., Yoseph T., Ayalew T. Unlocking the Potential of Inoculation with Bradyrhizobium for Enhanced Growth and Symbiotic Responses in Soybean Varieties under Controlled Conditions. *Agronomy.* 2024. 14 (6), article number 1280. https://doi.org/10.3390/agronomy14061280.

28. Cigelske B., Kandel H., De Sutter T. Soybean Nodulation and Plant Response to Nitrogenand Sulfur Fertilization in the NorthernUS. *Agricultural Sciences*.

Ukrainy. 2022. No. 5 (99). http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/16487.

16. Sideration in modern agricultural technologies: monograph / I. A. Shuvar et al. Ivano-Frankivsk : Symphony forte, 2016. 180 p.

17. Straw, post-harvest residues and green manures – agrotechnological elements of biologization of modern agriculture : monograph / V. V. Ivanyshyn et al.; Ed. I. A. Shuvar, V. M. Sendetsky. Ivano-Frankivsk : Symphony forte, 2020. 292 p.

18. Soybean / V. F. Petrychenko et al. Vinnytsia : Dilo, 2016. 392 p.

19. Method of combined use of green manure and destruction of straw and plant residues by the destructor "Vermystym-D" : pat. 96075 Ukraine; appl. 21.08.2014. ; publ. 12.01.2015, bull. No. 1.

20. Strategy for the use of straw residues for fertilizer and energy needs in Ukraine / S. Degodiuk et al. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia: Ahronomiia*. K., 2013. No. 17 (1). P. 205-211. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_act_2013_17%281%29__41.

21. Tanchyk S. P., Tsyukh, O. A., Tsentilo L. V. Scientific foundations of agricultural systems. Vinnytsia, 2015. 314 p.

22. Tarariko Yu. O. Economic assessment of farming systems and crop cultivation technology. Kyiv : Nara-Print, 2001. 380 p.

23. Tsentylo L. V. Organic fertilizers for modern farming systems : monograph. Ivano-Frankivsk : Symphoniia forte, 2017. 260 p.

24. Tsyganskyi V. I. Optimization of the soybean fertilization system based on the use of preparations of biological origin in the conditions of the Right-bank Forest-Steppe. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. 2021. No. 21. P. 69–81. http://vsau.vin.ua/repository/getfile.php/28845.pdf.

25. Abd-Alla M. H., Al-Amri S. M., El-Enany A.-W. E. EnhancingRhizobium–Legume Symbiosis and Reducing Nitrogen Fertilizer Use Are Potential Options for Mitigating Climate Change. *Agriculture.* 2023. Vol. 13 (11), article number 2092. https://doi.org/10.3390/agriculture13112092.

26. Adaptive Value of Soybean Varieties by the Seed Quality Parameters / O. Mazur et al. *Acta fytotechn zootechn*. 2024. Vol. 27 (2). P. 157–171. https://acta.fapz.uniag.sk/journal/article/view/465/144.

27. Beruk H., Yoseph T., Ayalew T. Unlocking the Potential of Inoculation with Bradyrhizobium for Enhanced Growth and Symbiotic Responses in Soybean Varieties under Controlled Conditions. *Agronomy.* 2024. 14 (6), article number 1280. https://doi.org/10.3390/agronomy14061280.

28. Cigelske B., Kandel H., De Sutter T. Soybean Nodulation and Plant Response to Nitrogenand Sulfur Fertilization in the NorthernUS. *Agricultural Sciences*. 2020. Vol. 11. No. 6. P. 592–607.

2020. Vol. 11. No. 6. P. 592–607. https://content.scirp.org/pdf/as_2020062315205897.pdf.

29. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO. URL: http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor (last accessed: 12.12.2024).

30. Improvement of soybean grain nutritional quality under foliar inoculation with Azospirillum brasilensestrain Az39 / M. L. Puente et al. *Symbiosis*. 2019. Vol. 77 (2). P. 41–47. https://link.springer.com/article/10.1007/s13199-018-0568-x?utm_source=researchgate.net&utm_medium=article.

31. Melnyk A. V., Romanko A. Y., Dudka A. A. Functional diagnostics of mineral nutrition and yield capacity of soybean plants due to the application of micro fertilizers. *East European Scientific Journal (Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*). 2020. No. 1 (53). P. 50–55.

32. Nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on seed inoculation and foliar fertilization with biopreparations / A. Korobko et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25 (4). P. 23–37. https://doi.org/10.12911/22998993/183497.

33. Sinclair T. R., Nogueira M. A. Selection of host-plant genotype: the next step to increase grain legume N2fixation activity. *Journal of Experimental Botany*. 2018. Vol. 69, no.15. P. 3523–3530. https://doi.org/10.1093/jxb/ery115.

34. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank Forest-Steppe / I. M. Didur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (1). P. 76–80. https://www.ujecology.com/articles/the-effect-of-fertilizer-system-on-soybean-productivity-in-the-conditions-of-right-bank-foresteppe.pdf.

35. The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops / V. Hanhur et al. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 26 (2). P. 365–374. https://www.agrojournal.org/26/02-13.pdf.

36. Thilakarethna M. S., Raizada M. N. A meta-analysis of the effectiveness of diverse rhizobia inoculants on soybean traits under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2017. Vol. 105. P. 177–196. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.11.022.

https://content.scirp.org/pdf/as_2020062315205897.pdf.

29. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO. URL: http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor (last accessed: 12.12.2024).

30. Improvement of soybean grain nutritional quality under foliar inoculation with Azospirillum brasilensestrain Az39 / M. L. Puente et al. *Symbiosis*. 2019. Vol. 77 (2). P. 41–47. https://link.springer.com/article/10.1007/s13199-018-0568-x?utm_source=researchgate.net&utm_medium=article

31. Melnyk A. V., Romanko A. Y., Dudka A. A. Functional diagnostics of mineral nutrition and yield capacity of soybean plants due to the application of micro fertilizers. *East European Scientific Journal (Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*). 2020. No. 1 (53). P. 50–55.

32. Nitrogen-fixing capacity of soybean varieties depending on seed inoculation and foliar fertilization with biopreparations / A. Korobko et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25 (4). P. 23–37. https://doi.org/10.12911/22998993/183497.

33. Sinclair T. R., Nogueira M. A. Selection of host-plant genotype: the next step to increase grain legume N2fixation activity. *Journal of Experimental Botany*. 2018. Vol. 69, no.15. P. 3523–3530. https://doi.org/10.1093/jxb/ery115.

34. The effect of fertilizer system on soybean productivity in the conditions of right bank Forest-Steppe / I. M. Didur et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9 (1). P. 76–80. https://www.ujecology.com/articles/the-effect-of-fertilizer-system-on-soybean-productivity-in-the-conditions-of-right-bank-foresteppe.pdf.

35. The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops / V. Hanhur et al. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 26 (2). P. 365–374. https://www.agrojournal.org/26/02-13.pdf.

36. Thilakarethna M. S., Raizada M. N. A meta-analysis of the effectiveness of diverse rhizobia inoculants on soybean traits under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2017. Vol. 105. P. 177–196. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.11.022.