

РЕАКЦІЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ ЗА ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>, e-mail: novokhatskyi@ukr.net
ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

Анотація

Метою науково-дослідної роботи є визначення впливу системи обробітку ґрунту та стимулюючих речовин на величину і структуру біологічної врожайності зерна сої та гороху, обґрунтування доцільності застосування цих речовин у технології вирощування зернобобових культур за використання різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Лісостепу України для подолання негативного впливу кліматичних факторів.

Методи. Польові досліді проведено в п'ятипільній науково-дослідній сівозміні УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого (Київський агроґрунтовий район Правобережного Лісостепу). Фактори досліді: фактор А – стимулюючі біологічні препарати (A_1 – застосування препаратів; A_2 – контроль (без застосування препаратів)); фактор Б – система обробітку ґрунту (B_1 – традиційна, B_2 – консервувальна, B_3 – мульчувальна, B_4 – міні-тіл).

Соя та горох вирощувалися за традиційною для регіону технологією, за виключенням елементів, включених до схеми досліді. Ефективність досліджуваних елементів технології вирощування встановлено шляхом визначення біологічної врожайності сої та її структури.

Результати. Відхід від глибокого обробітку з оборотом пласта та зменшення глибини обробітку ґрунту негативно впливали на збереження рослин протягом вегетації гороху. При застосуванні біопрепаратів нами відмічено тенденцію зростання кількості рослин гороху, які досягають фази повної стиглості, що підтверджується коефіцієнтом кореляції $r = 0,326$. Біологічна врожайність зерна гороху в межах схеми наших досліджень була найвищою за використання традиційної системи основного обробітку ґрунту, заснованої на оранці з оборотом пласта. Між рівнем біологічної врожайності та інтенсивністю обробітку ґрунту встановлено існування прямої кореляційної залежності, вираженої коефіцієнтом $r = 0,785$.

Глибина обробітку ґрунту і густина стояння рослин сої в період збирання пов'язані сильною прямою кореляційною залежністю, вираженою коефіцієнтом $r = 0,847$, а застосування біопрепаратів і густина стояння рослин – середньою прямою кореляційною залежністю, вираженою коефіцієнтом $r = 0,384$. Зменшення глибини обробітку ґрунту сприяє збільшенню абортивності насіння сої ($r = -0,284$), а застосування біопрепаратів у технології вирощування сої сприяє його збереженню. Збільшення глибини обробітку ґрунту позитивно впливає на ріст біологічної врожайності сої ($r = 0,768$).

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено таке:

- біологічна врожайність зерна гороху була найвищою за використання традиційної системи основного обробітку ґрунту, заснованої на оранці з оборотом пласта; між рівнем біологічної врожайності і інтенсивністю обробітку ґрунту встановлено пряму кореляційну залежність ($r = 0,785$); застосування біопрепаратів сприяло зростанню рівня біологічної врожайності зерна гороху ($r = 0,549$) незалежно від застосованої системи основного обробітку ґрунту;

- дисперсійний аналіз вказує, що 55,18% варіації величини біологічної врожайності зерна гороху залежало від досліджуваних факторів та їхньої взаємодії;

- збільшення глибини обробітку ґрунту і використання біопрепаратів позитивно впливає на ріст біологічної врожайності сої ($r = 0,768$ та $r = 0,554$ відповідно);



– дисперсійний аналіз даних про біологічну врожайність зерна сої свідчить, що рівень варіацій цього показника на 21,9% залежить від застосування біопрепаратів, на 47,3% – від системи обробітку ґрунту та на 10,7% – від умов року.

Ключові слова: соя, горох, технології вирощування, стимулюючі речовини, обробіток ґрунту, урожайність.

Вступ. Останнім часом майже кожен рік фіксуються посушливі умови вегетаційного періоду польових культур [Майданович та ін., 2022; Білявська, Білявський, 2023; Новохацький, Степченко, 2025], відмічається зростання показників середньорічних температур, суми активних температур, змінюються показники суми опадів та їхнього розподілу у період вегетації. Протягом останніх десяти років відмічено суттєві зміни величини основних агрометеорологічних факторів Київщини: порівняно з попереднім багаторічним періодом на 100,2 мм зменшилася середньобогатірна сума опадів, на 86,2 мм зменшилася сума опадів за період вегетації ярих культур, на 293,1°C зросла сума активних температур, що призвело до зменшення з 1,29 (середнє за 1975-2014 рр.) до 0,91 (середнє за 2015-2024 рр.) гідротермічного коефіцієнта Селянінова [Новохацький, Степченко, 2025].

Стратегією сталого розвитку України до 2030 р. рекомендується включити заходи реагування на зміни клімату на загальнонаціональному, галузевому та регіональному рівнях, для чого наголошується на необхідності проведення науково обґрунтованого коригування методів ведення сільського господарства з урахуванням зростання ризиків екстремальних погодних явищ [Стратегія ..., 2017].

Результати наших попередніх досліджень підкреслюють значний вплив методів основного обробітку ґрунту на продуктивність сої в умовах кліматичних змін. Отримані нами результати свідчать, що обробіток ґрунту відіграє значну роль у виробництві зерна, забезпечуючи оптимальний баланс між урожайністю та стресовими кліматичними факторами [Новохацький, Степченко, 2025].

Постановка завдань. Нині вже отримано й опубліковано численні оцінки впли-

ву глобальних змін клімату на сільськогосподарське виробництво [Simpson et al., 2023]. Технологія вирощування сільськогосподарських культур – результат не лише глибоких знань закономірностей росту і розвитку рослин, а й уміння доцільно застосовувати їх у конкретних умовах кліматичного потенціалу. Всі ці заходи повинні впроваджуватися з урахуванням агрокліматичних ресурсів конкретної місцевості [Шевніков, 2009].

Однією з умов підвищення продуктивності с.-г культури та поліпшення якості зерна є біологічне обґрунтування агротехнічних прийомів її вирощування. Технологія вирощування кожного сорту повинна бути спрямована на більш повну реалізацію його потенційних можливостей із метою формування економічно ефективного рівня врожайності найкращої якості [Бабич, Новохацький, 2000].

До заходів, що впливають на продуктивність фітоценозів, відносяться способи обробітку ґрунту, які регулюють його фізичний стан, водний, повітряний, тепловий і поживний режими, забезпечуючи необхідні умови для формування сталого врожаю сільськогосподарських культур [Хахула, Михайлюк, 2024].

Експериментальні та статистичні дані засвідчили, що при впровадженні мінімального або комбінованого обробітку ґрунту можливе зростання урожайності зернових і технічних культур на 5-15% у середньостроковій перспективі за рахунок покращення водного режиму й родючості ґрунту. Водночас короткострокове зниження урожайності при переході до no-till пояснюється змінами структури ґрунтової мікрофлори та потребою у стабілізації екосистемних процесів [Поспелов та ін., 2020; Циліурік та ін., 2025]

Нині реальним способом збереження родючості й отримання стабільних

врожайів сільськогосподарських культур є максимальне використання еколого-біологічних факторів та основних законів землеробства [Білявська та ін., 2018]. Найбільш ефективними і дешевими є біологічні чинники, які забезпечують одночасно відтворення органічної речовини ґрунту й надають рослинам елементи живлення [Buragienė et al., 2023].

Напрямки досліджень, що розробляються останнім часом, демонструють, що вирішити проблему сталого функціонування агроєкосистем і знизити негативний вплив стресових факторів можна на основі біологізації сільськогосподарського виробництва [Чайка та ін., 2019].

Метою цієї роботи є висвітлення результатів польових досліджень щодо ефективності застосування різних систем основного обробітку ґрунту при вирощуванні зернобобових культур в Лісостепу України та впливу метеорологічних умов періоду вегетації на рівень біологічної врожайності зерна.

Об'єктом досліджень є закономірності та процеси формування агрофітоценозів, вплив прийомів технології вирощування на реалізацію потенціалу продуктивності зернобобових культур.

Предмет досліджень – показники продуктивності сої та гороху за використання різних технологічних рішень і біологічних препаратів для оптимізації умов їхнього вирощування.

Методи і матеріали. Дослідження проводилися в умовах Правобережного Лісостепу України у 2022–2025 рр. в п'ятипільній науково-дослідній сівоzmіні на угіддях УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний. Агrometeorологічні умови в роки проведення досліджень оцінювалися

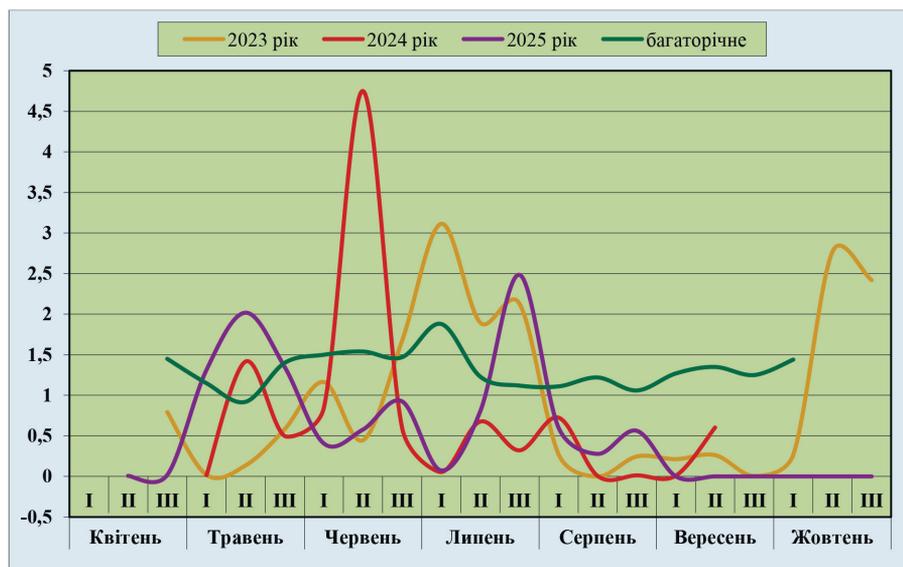


Рисунок 1 – Динаміка гідротермічного коефіцієнта Селянінова в 2023–2025 рр. порівняно з середніми багаторічними даними

за даними Білоцерківської метеостанції (рис. 1). Вони суттєво відрізнялися від середніх багаторічних даних і варіювалися між собою.

Факторами були такі:

- система обробітку ґрунту (традиційна, консервувальна, мульчувальна, міні-тіл);
- препарати для подолання негативної дії стресових факторів виробництва «Інноваційна компанія «Біоінвест-Агро».

Схему застосування біопрепаратів при вирощуванні сої на дослідному варіанті відображено в таблиці 1, при вирощуванні гороху – в таблиці 2. Рослини контрольних варіантів препаратами не оброблялися.

Дослідження, перевірка, аналіз та оцінка застосування прийомів технологій вирощування гороху та сої проводилися за загальноприйнятими методиками.

Соя та горох вирощувалися за традиційними для регіону технологіями, за виключенням елементів, включених до схеми дослідження. Попередник – пшениця озима та гречка відповідно. Повторність дослідів – триразова.

Ефективність досліджуваних елементів технології вирощування визначалася за рівнем біологічної врожайності. Біологічна врожайність зерна визначалася за

Таблиця 1 – Схема використання біопрепаратів у технології вирощування сої

Термін виконання, фаза розвитку рослин	Біопрепарати	Норма внесення, л/га/т
Обробка насіння	Ековітал + Споразин	2,0
	Віолар насіння	1,0
	Агровітастім біокомплекс	1,0
3-4 листки	Віолар біофунгі	0,5
	Агровітастім біокомплекс	1,0
	БіоСтимікс універсал. Стандарт	1,0
Цвітіння, поява бобів	Віолар біоінсекто	0,5
	Агровітастім біокомплекс	1,0
	БіоСтимікс універсал. Стандарт	1,0

Таблиця 2 – Технологічна схема використання біологічних препаратів на посівах гороху

Термін виконання, фаза розвитку рослин	Біопрепарати	Норма внесення, л/га (т)
Обробка насіння	Фітовіт-Біозахист	0,1
	Аверком Н-Біозахист	0,1
	Споразин-Біозахист	1,0
	Ековітал горох	1,0
	БіоСтімекс Активатор	1,0
	ЕПАА МЕ	0,5
	Регоплант	0,25
3-4 листки	Споразин	1,5
	БіоСтімекс Стандарт	0,5
	Фітовіт	0,1
	Аверком Н	0,1
	ЕПАА-10	0,2
	Регоплант	0,05

пробними снопами, відібраними на кожному з варіантів у трикратній повторності [Грицаєнко та ін., 2003]. У ході аналізу пробних снопів визначено основні елементи структури врожайності за кожним варіантом. Статистичну обробку отриманих даних проведено методом дисперсійного аналізу [Доспехов, 1985].

Результати. Досліджувані нами елементи технології вирощування впливають на структуру та величину біологічної врожайності гороху посівного і коефіцієнти парної кореляції між її показниками.

Використання біопрепаратів суттєво впливало на висоту рослин гороху (ко-

ефіцієнт кореляції $r = 0,928$) незалежно від системи основного обробітку ґрунту, яка була застосована при вирощуванні цієї культури в межах схеми наших досліджень. Найбільшої висоти досягали рослини на варіантах із мульчувальною системою обробітку ґрунту незалежно від застосування біопрепаратів відповідно до схеми досліджень (рис. 2).

При застосуванні біопрепаратів нами відмічено тенденцію зростання кількості рослин гороху, які досягають фази повної стиглості, що підтверджується коефіцієнтом кореляції $r = 0,326$. Найбільше рослин у межах схеми наших досліджень

досягли повної стиглості за вирощування на фоні традиційної системи основного обробітку ґрунту (рис. 2). Відхід від глибокого обробітку з оборотом пласта та зменшення глибини обробітку негативно впливали на збереження рослин протягом вегетації гороху. Глибина обробітку ґрунту та густина стояння рослин на період збирання пов'язані коефіцієнтом кореляції $r = 0,667$.

Застосування досліджуваних біопрепаратів пов'язане оберненою середньою кореляційною залежністю з озерненістю бобів ($r = -0,595$), глибина обробітку ґрунту та озерненість бобів гороху – слабкою оберненою кореляцією, вираженою коефіцієнтом $r = -0,201$.

Відмова від обороту пласта та зменшення глибини обробітку ґрунту на контрольних варіантах негативно впливали на масу 1000 насінин, що формувалися рослинами. При застосуванні біопрепаратів (дослід) ці показники зростали, при цьому зберігалася тенденція щодо впливу системи обробітку ґрунту, обернена відмічена на контролі. Застосування досліджуваних біопрепаратів і маса 1000 насінин пов'язані прямою середньою кореляційною залежністю, вираженою коефіцієнтом $r = 0,592$.

Біологічна врожайність зерна гороху в межах схеми наших досліджень була найвищою за використання традиційної системи основного обробітку ґрунту, заснованої на оранці з оборотом пласта (рис. 3).

Застосування біопрепаратів у межах схеми наших дослідів сприяло зростанню рівня біологічної врожайності зерна гороху

($r = 0,549$) незалежно від застосованої системи основного обробітку ґрунту (рис. 3). Між рівнем біологічної врожайності та інтенсивністю обробітку ґрунту встановлено існування прямої кореляційної залежності, вираженої коефіцієнтом $r = 0,785$.

За результатами дисперсійного аналізу, 55,18% варіації величини біологічної врожайності зерна гороху залежало від досліджуваних факторів та їхньої взаємодії (рис. 4).

Найбільш вагомими показниками, що впливають на величину біологічної врожайності гороху посівного, є висо-

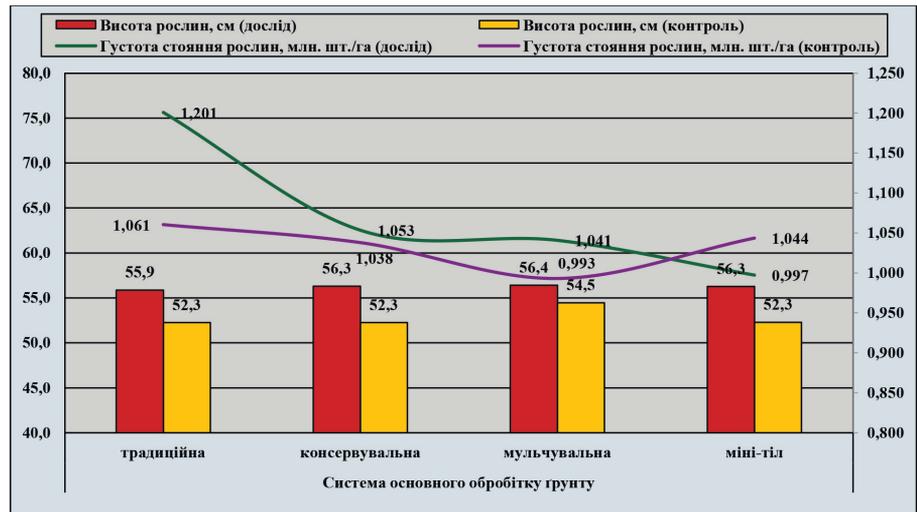


Рисунок 2 – Зміна густоти стояння (млн шт./га) і висоти рослин (см) в посівах гороху залежно від факторів досліджень, середнє за 2023-2025 рр.

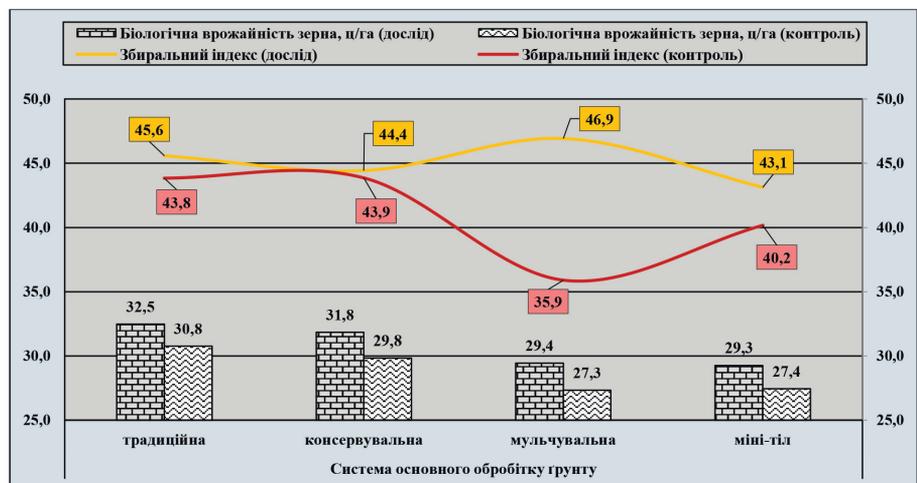


Рисунок 3 – Біологічна врожайність зерна та збиральний індекс агроценозів гороху посівного залежно від системи основного обробітку ґрунту та застосування біопрепаратів, середнє за 2023-2025 рр.

та рослин ($r = 0,346$), густота стояння рослин ($r = 0,722$) і маса зерна з рослини ($r = 0,541$).

Збиральний індекс посівів гороху залежно від факторів дослідів в середньому за 2023-2025 рр. змінювався від 35,9 до 46,9 (рис. 3). Зв'язок між величиною збирального індексу і системи основного обробітку ґрунту описується коефіцієнтом кореляції $r = 0,411$, що вказує на пряму середню кореляційну залежність. Більш щільною прямою кореляційною залежністю в межах схеми наших дослідів – коефіцієнт $r = 0,628$ – пов'язані збиральний індекс і застосування досліджуваних нами біологічних засобів.

Рівень насінневої продуктивності та структуру врожайності сої в межах схеми досліджень нами визначено на підставі аналізу пробних снопів, відібраних у фазі повної стиглості зерна.

Застосування біологічних препаратів спричиняло в середньому у досліді зменшення висоти рослин в посівах сої з 89,0 (контроль) до 85,5 см (дослід). Ця тенденція описується оберненим коефіцієнтом парної кореляції $r = -0,520$. Система основного обробітку ґрунту також дуже суттєво впливала на висоту рослин в посівах сої, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r = -0,683$.

На висоту прикріплення нижнього бобу – показника, що впливає на якість збирання врожаю, – із факторів, включених нами до схеми дослідів, впливала і система обробітку ґрунту ($r = -0,291$), і біопрепарати ($r = -0,457$). За абсолютними показниками висота прикріплення нижнього бобу змінювалася від 16,5 см (варіант

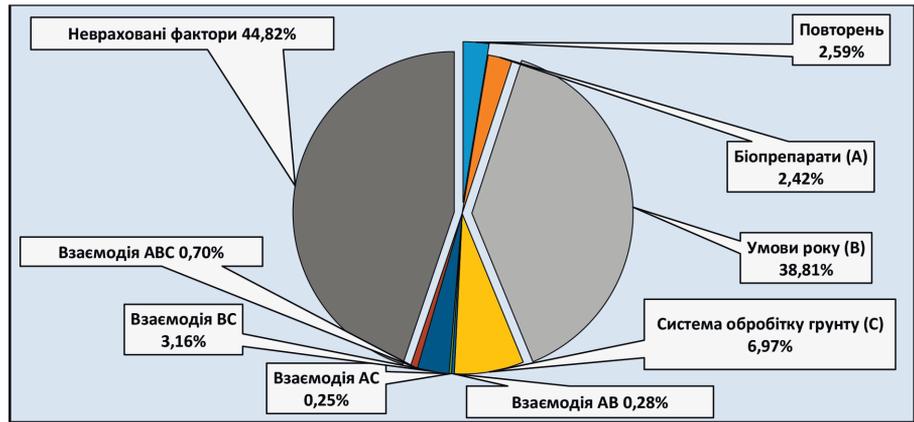


Рисунок 4 – Частка впливу факторів досліджень на рівень біологічної врожайності зерна гороху посівного, середнє за 2023-2025 рр.

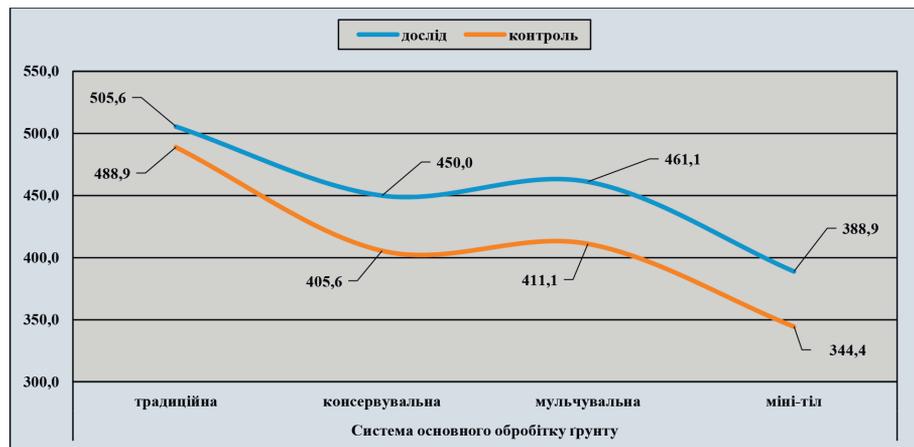


Рисунок 5 – Вплив системи основного обробітку ґрунту і біопрепаратів на зміну густоти стояння рослин в посівах сої, середнє за 2023-2025 рр., тис. шт./га

«оранка + біопрепарати») до 22,5 см (варіант «мульчування, без біопрепаратів»).

Одним із основних показників структури врожайності сої є густота стояння рослин на період збирання. За результатами наших досліджень, у середньому за роки досліджень густота стояння рослин у фазу повної стиглості залежно від варіантів дослідів змінювалася від 344,4 до 505,6 тис./га (рис. 5).

Результати кореляційного аналізу вказують на наявність суттєвого впливу досліджуваних нами елементів технології вирощування на густоту стояння рослин сої в агрофітоценозі: глибина обробітку ґрунту і густота стояння рослин пов'язані сильною прямою кореляційною залежністю, вираженою коефіцієнтом $r = 0,847$, а застосування біопрепаратів і густота

стояння рослин пов'язані середньою прямою кореляційною залежністю, вираженою коефіцієнтом $r = 0,384$.

Однією з біологічних особливостей сої є абортивність – здатність рослини позбавлятися від плодоеlementів або їхніх частини – бобів загалом або частини зерен в них, – у випадку нестачі чи жорсткого ліміту факторів життя (елементів живлення, доступної волога тощо). Усереднені результати досліджень 2023-2025 рр. засвідчують, що абсолютний показник абортивності насіння залежно від факторів наших дослідів змінювався від 11,7% до 17,3% (рис. 6).

Кореляційний аналіз отриманих нами експериментальних даних свідчить, що зменшення глибини обробітку ґрунту сприяє збільшенню абортивності насіння ($r = -0,284$), а застосування біопрепаратів у технології вирощування сої сприяє збереженню насіння ($r = -0,264$). Зазначений висновок підтверджують лінії тренду показників абортивності насіння сої (рис. 6).

Біологічна врожайність зерна за варіантами наших дослідів змінювалася від 26,1 до 33,8 ц/га (рис. 7). Рівень біологічної врожайності суттєво залежить від факторів, включених нами до схеми дослідів. Збільшення глибини обробітку ґрунту позитивно впливає на ріст біологічної врожайності сої ($r = 0,768$). На величину біологічної врожайності сої впливає і використання біопрепаратів – між ними встановлено пряму кореляційну залеж-

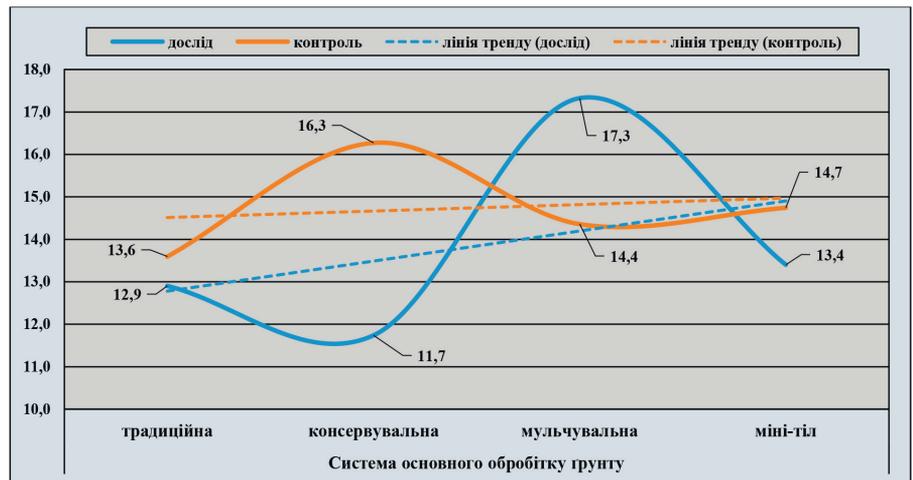


Рисунок 6 – Вплив системи основного обробітку ґрунту і біопрепаратів на зміну показника абортивності насіння в посівах сої, середнє за 2023-2025 рр., %

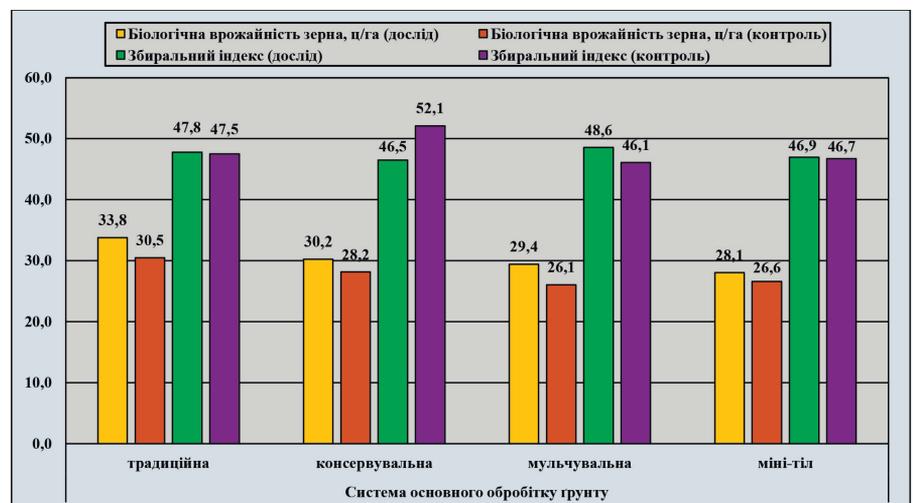


Рисунок 7 – Біологічна врожайність зерна та збиральний індекс сої залежно від системи основного обробітку ґрунту та застосування біопрепаратів, середнє за 2023-2025 рр.

ність, виражену коефіцієнтом $r = 0,554$.

Прямою середньою кореляційною залежністю біологічна врожайність зерна сої пов'язана з густотою стояння рослин на період збирання ($r = 0,861$), а між рівнем біологічної врожайності і висотою прикріплення нижнього бобу нами виявлено середню обернену кореляційну залежність ($r = -0,679$).

Дисперсійний аналіз даних про біологічну врожайність зерна свідчить, що рівень варіацій цього показника на 21,9% залежить від застосування біопрепаратів, на 47,3% – від системи обробітку ґрунту та на 10,7% – від умов року (рис. 8).

Обговорення. За високий вміст білку та харчову цінність організація ЮНЕСКО вважає сою стратегічною світовою сільськогосподарською культурою [Камінський, Браценюк, 2017]. Важливість сої (*Glycine max L.*) як світової культури не можна переоцінити, враховуючи її подвійну цінність як джерела високоякісного білка та олії для виробництва харчових продуктів, кормів для тварин і біопалива [Hartman et al., 2011].

Україна входить у десятку світових виробників сої [Заболотний та ін., 2020]. Зростаючий попит на стале виробництво в умовах зміни клімату та дефіциту ресурсів підкреслює необхідність дослідження та оптимізації агротехнічних прийомів, які підвищують продуктивність польових культур без шкоди для навколишнього середовища [Tilman et al., 2011]. Методи обробітку ґрунту мають особливий вплив у цьому контексті, формуючи структуру ґрунту, динаміку поживних речовин і доступність води, що безпосередньо впливає на продуктивність сільськогосподарських культур [Rusinamhodzi et al., 2012].

Рациональний обробіток ґрунту є одним із ключових чинників формування високої продуктивності польових культур. У сучасних умовах постає необхідність пошуку таких технологій обробітку ґрунту, які забезпечують оптимальний водно-повітряний режим, сприяють накопиченню вологи, збереженню структури ґрунту та підвищенню його родючості. Питання ефективності систем обробітку ґрунту набуває особливої актуальності у зв'язку з кліматичними змінами, а також необхідністю екологізації виробництва [Теслюк, 2025].

Розуміння того, як урожайність залежить в умовах зміни погоди від таких методів управління, як обробіток ґрунту, є надзвичайно важливим для оцінки тех-

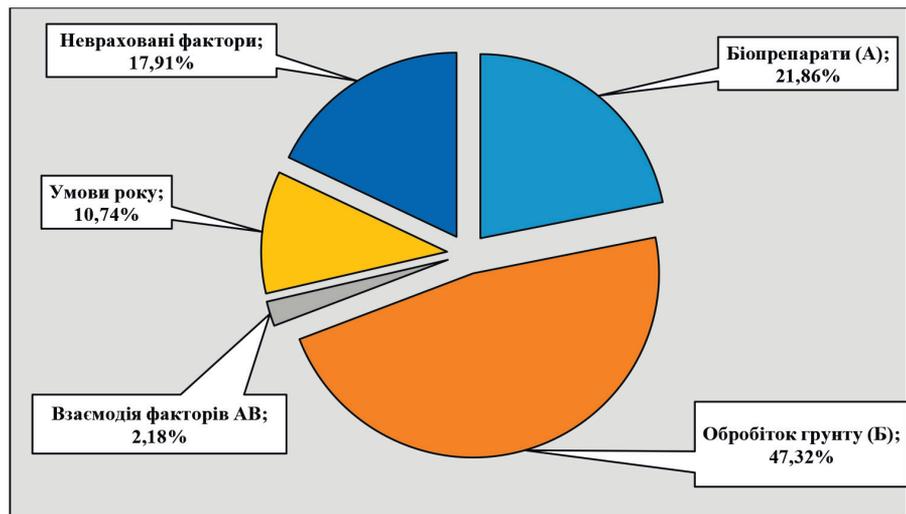


Рисунок 8 – Частка впливу факторів досліджень на рівень біологічної врожайності зерна сої, середнє за 2023-2025 рр.

нології вирощування культур і вдосконалення стратегій адаптації до зміни клімату [Howden et al., 2007; Ray et al. 2012]. Підвищення температури повітря знизить урожайність сої, а втрати ще більше посилюються через нестачу опадів на критичних стадіях розвитку [Hoffman et al., 2020; Severini et al., 2024].

Важливим напрямком підвищення врожайності польових культур є застосування регуляторів росту рослин і бактеріальних препаратів, які, окрім економічної вигоди й екологічної безпеки, не потребують значних додаткових ресурсів [Гамаюнова, Кувшинова, 2021]. Використання цих засобів сприяє підвищенню стійкості рослин до посухи та стресових умов, покращує їхню стійкість до хвороб, стимулює ріст і розвиток, а також сприяє підвищенню якості кінцевої продукції.

Таким чином, результати проведених нами досліджень доповнюють базу знань щодо актуальних питань технології вирощування гороху і сої та отримання якісного врожаю цих важливих культур.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено:

– біологічна врожайність зерна гороху була найвищою за використання традиційної системи основного обробітку ґрунту, заснованої на оранці з оборотом пласта; між рівнем біологічної врожайно-

сті й інтенсивністю обробітку ґрунту встановлено пряму кореляційну залежність ($r = 0,785$);

– застосування біопрепаратів сприяло зростанню рівня біологічної врожайності зерна гороху ($r = 0,549$) незалежно від застосованої системи основного обробітку ґрунту;

– дисперсійний аналіз засвідчує, що 55,18% варіації величини біологічної врожайності зерна гороху залежало від досліджуваних факторів та їхньої взаємодії;

– збільшення глибини обробітку ґрунту і використання біопрепаратів позитивно впливає на ріст біологічної врожайності сої ($r = 0,768$ та $r = 0,554$ відповідно);

– дисперсійний аналіз даних про біологічну врожайність зерна сої свідчить, що рівень варіацій цього показника на 21,9% залежить від застосування біопрепаратів, на 47,3% – від системи обробітку ґрунту та на 10,7% – від умов року.

Перелік літератури

- Бабич, А. О., & Новохацький, М. Л. (2000). Вплив елементів сортової технології на величину площі листової поверхні посівів та урожайність зерна сої в умовах правобережного Лісостепу України. У Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі: матеріали III Всеукр. конф. (3 серпня 2000 р.) (с. 19-20). Інститут кормів УААН.
- Білявська, Л. Г., & Білявський, Ю. В. (2023). Селекція на адаптивність сучасних сортів сої до посухи. У Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (30 вересня 2023 р.) (с. 165-167). ПДАУ.
- Білявська, Л. О., Лобода, М. І., Литовченко, А. М., та ін. (2018). Новітні біотехнології на основі ґрунтових мікроорганізмів для аграрного органічного виробництва. У Органічне виробництво і продовольча безпека: зб. доп. учасн. VI Міжнар. наук.-практ. конф. (с. 562-567). О. О. Євенок.
- Гамаюнова, В. В., & Кувшинова, А. О. (2021). Формування надземної маси та врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів. Наукові доповіді НУБіП України, 1(89).
- Грицаєнко, З. М., Грицаєнко, А. О., & Карпенко, В. П. (2003). Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Нічлава.
- Доспехов, Б. А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) (5-е изд.). Агропромиздат.
- Заболотний, Г. М., Мазур, В. А., Циганська, О. І., Дідур, І. М., Циганський, В. І., & Панцирева, Г. В. (2020). Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності [Монографія]. ТОВ «Твори».
- Камінський, В. Ф., & Браценюк, В. Я. (2017). Вплив способів сівби та передзбиральної десикації на показники якості насіння сортів сої різних груп стиглості в умовах західного Лісостепу. Вісник Сумського НАУ. Серія: Агронімія і біологія, 9(34), 81-85.
- Майданович, Н., Сайдак, Р., & Книш, В. (2022). Порівняльний аналіз частоти посушливих явищ на півдні України за показниками SPI та ГТК. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, 31(45), 137-144.
- Новохацький, М., & Степченко, С. (2025). Продуктивність сої в умовах зміни клімату за різних систем основного обробітку ґрунту в лісостепу України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, 36(50), 133-144. [https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2025-1-36\(50\)-11](https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2025-1-36(50)-11)
- Поспелов, С. В., Левченко, Л. М., Чайка, Т. О., Перепелиця, А. А., Шандиба, В. О., & Попова, К. М. (2020). Урожайність сільськогосподарських культур у коротко-ротаційних сівозмінах залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення в умовах лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної акаде-

мії, (4), 69-79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08>

Стратегія сталого розвитку України до 2030 року (Проект). (2017). http://www.ua.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf

Теслюк, Г. В. (2025). Оцінка ефективності різних технологій ґрунтооброби у забезпеченні врожайності сільськогосподарських культур. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 4(49), 241-248. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.36>

Хахула, В. С., & Михайлюк, Д. В. (2024). Вплив різних систем удобрення і обробітку ґрунту на урожайність пшениці озимої в умовах правобережного лісостепу України. У *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф.* (28 березня 2024 р.) (с. 241-244). БНАУ.

Циліорик, О. І., Ткалич, Ю. І., Колесникова, К. В., Рудаков, Ю. М., & Ткалич, Ю. Ю. (2025). Сучасні тенденції та напрями розвитку систем обробітку ґрунту у світі та в Україні. *Agrology*, 8(1), 48-54. <https://doi.org/10.32819/202507>

Чайка, Т. О., Яснолоб, І. О., Горб, О. О., Лотиш, І. І., & Березницький, Є. В. (2019). Екологізація систем обробітку ґрунту задля відновлення та підвищення родючості ґрунтів. *Вісник Полтавської ДАА*, (3), 92-102.

Шевніков, М. Я. (2009). Соя – важливий компонент для ефективного використання біокліматичного потенціалу лівобережної частини Лісостепу України. *Вісник Полтавської ДАА*, (1), 9-12.

Buragienė, S., Šarauskis, E., Adamaičienė, A., Romanekas, K., Lekavičienė, K., Rimkuvienė, D., & Naujokienė, V. (2023). The effect of different biopreparations on soil physical properties and CO₂ emissions when growing winter wheat and oilseed rape. *SOIL*, 9, 593–608. <https://doi.org/10.5194/soil-9-593-2023>

Hartman, G. L., West, E. D., & Herman, T. K. (2011). Crops that feed the world 2. Soybean – Worldwide production, use, and

constraints caused by pathogens and pests. *Food Security*, 3, 5-17.

Hoffman, A. L., Kemanian, A. R., & Forest, C. E. (2020). The response of maize, sorghum, and soybean yield to growing-phase climate revealed with machine learning. *Environmental Research Letters*, 15(9), Article 094013.

Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M., & Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19691–19696.

Ray, D. K., Ramankutty, N., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2012). Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature Communications*, 3, Article 1293.

Rusinamhodzi, L., Corbeels, M., Nyamangara, J., & Giller, K. E. (2012). Maize-grain legume intercropping is an attractive option for ecological intensification that reduces climatic risk for smallholder farmers in central Mozambique. *Field Crops Research*, 136, 12-22.

Severini, A. D., Alvarez-Prado, S., Otegui, M. E., et al. (2024). CRONOSOJA: A daily time-step hierarchical model predicting soybean development across maturity groups in the Southern Cone. In *Silico Plants*, 6(1), Article diae005.

Simpson, N. P., Williams, P. A., Mach, K. J., Berrang-Ford, L., Biesbroek, R., Haasnoot, M., ... & Trisos, C. H. (2023). Adaptation to compound climate risks: A systematic global stocktake. *iScience*, 26(2), Article 105926. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.105926>

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260–20264.

References

Babych, A. O., & Novokhatskyi, M. L. (2000). Influence of varietal technology elements on the leaf surface area and soybean grain yield in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine. In *Production, processing and use of soybeans for feed and food purposes: Proceedings of the III All-Ukrainian*

Conference (August 3, 2000) (pp. 19-20). Institute of Fodder of the UAAS. [In Ukrainian]

Biliavska, L. G., & Biliavskiy, Y. V. (2023). Breeding for adaptability of modern soybean varieties to drought. In *Yield and quality of crop production under modern cultivation technologies: Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference* (September 30, 2023) (pp. 165-167). PDAU. [In Ukrainian]

Biliavska, L. O., Loboda, M. I., Lytovchenko, A. M., et al. (2018). The latest biotechnologies based on soil microorganisms for agrarian organic production. In *Organic production and food security: Collection of reports of the VI International Scientific and Practical Conference* (pp. 562-567). O. O. Evenok. [In Ukrainian]

Buragienė, S., Šarauskiis, E., Adamavičienė, A., Romaneckas, K., Lekavičienė, K., Rimkuvienė, D., & Naujokienė, V. (2023). The effect of different biopreparations on soil physical properties and CO₂ emissions when growing winter wheat and oilseed rape. *SOIL*, 9, 593–608. <https://doi.org/10.5194/soil-9-593-2023>

Chaika, T. O., Yasnolob, I. O., Horb, O. O., Lotysh, I. I., & Bereznytskyi, Y. V. (2019). Ecologization of soil tillage systems for restoration and improvement of soil fertility. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 92-102. [In Ukrainian]

Dospekhov, B. A. (1985). *Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)* (5th ed.). Agropromizdat. [In Russian]

Hamaiunova, V. V., & Kuvshynova, A. O. (2021). Formation of aboveground mass and grain yield of winter barley varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine under the influence of biological products. *Scientific Reports of NULES of Ukraine*, 1(89). [In Ukrainian]

Hartman, G. L., West, E. D., & Herman, T. K. (2011). Crops that feed the world 2. Soybean – Worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Security*, 3, 5-17.

Hoffman, A. L., Kemanian, A. R., & Forest, C. E. (2020). The response of maize, sorghum, and soybean yield to growing-phase climate re-

vealed with machine learning. *Environmental Research Letters*, 15(9), Article 094013.

Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M., & Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19691–19696.

Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., & Karpenko, V. P. (2003). *Methods of biological and agrochemical research of plants and soils*. Nichlava. [In Ukrainian]

Kaminskyi, V. F., & Bratseniuk, V. Y. (2017). Influence of sowing methods and pre-harvest desiccation on seed quality indicators of soybean varieties of different maturity groups in the conditions of the western Forest-Steppe. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology*, 9(34), 81-85. [In Ukrainian]

Khakhula, V. S., & Mykhailiuk, D. V. (2024). Influence of different fertilization and tillage systems on the yield of winter wheat in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. In *Agrarian education and science: achievements and prospects of development: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference* (March 28, 2024) (pp. 241-244). BNAU. [In Ukrainian]

Maidanovych, N., Saidak, R., & Knysh, V. (2022). Comparative analysis of the frequency of drought phenomena in the south of Ukraine according to SPI and HTI indices. *Techno-technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture of Ukraine*, 31(45), 137-144. [In Ukrainian]

Novokhatskyi, M., & Stepchenko, S. (2025). Soybean productivity under climate change for different systems of basic tillage in the forest-steppe of Ukraine. *Techno-technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture of Ukraine*, 36(50), 133-144. [https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2025-1-36\(50\)-11](https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2025-1-36(50)-11) [In Ukrainian]

Pospielov, S. V., Levchenko, L. M., Chaika, T. O., Perepelytsia, A. A., Shandyba, V. O., & Popova, K. M. (2020). Crop yields in short-rotation crop successions depending on soil tillage and fertilization systems

in the forest-steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 69-79. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.08> [In Ukrainian]

Ray, D. K., Ramankutty, N., Mueller, N. D., West, P. C., & Foley, J. A. (2012). Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature Communications*, 3, Article 1293.

Rusinamhodzi, L., Corbeels, M., Nyamangara, J., & Giller, K. E. (2012). Maize-grain legume intercropping is an attractive option for ecological intensification that reduces climatic risk for smallholder farmers in central Mozambique. *Field Crops Research*, 136, 12-22.

Severini, A. D., Alvarez-Prado, S., Otegui, M. E., et al. (2024). CRONOSOJA: A daily time-step hierarchical model predicting soybean development across maturity groups in the Southern Cone. In *Silico Plants*, 6(1), Article diae005.

Shevnikov, M. Y. (2009). Soybean as an important component for effective use of bioclimatic potential of the left-bank part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 9-12. [In Ukrainian].

Simpson, N. P., Williams, P. A., Mach, K. J., Berrang-Ford, L., Biesbroek, R., Haasnoot, M., ... & Trisos, C. H. (2023). Adaptation to compound climate risks: A systematic global stocktake. *iScience*, 26(2), Article 105926. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.105926>.

Strategy for sustainable development of Ukraine until 2030 (Project). (2017). http://www.ua.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf [In Ukrainian].

Tesliuk, G. V. (2025). Evaluation of the effectiveness of different tillage technologies in ensuring crop yields. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 4(49), 241-248. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.36> [In Ukrainian].

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Belfort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260–20264.

Tsyliuryk, O. I., Tkalych, Y. I., Kolesnykova, K. V., Rudakov, Y. M., & Tkalych, Y. Y. (2025). Modern trends and directions of soil tillage system development in the world and in Ukraine. *Agrology*, 8(1), 48-54. <https://doi.org/10.32819/202507> [In Ukrainian].

Zabolotnyi, G. M., Mazur, V. A., Tsyhanska, O. I., Didur, I. M., Tsyhanskyi, V. I., & Pantsyreva, G. V. (2020). *Agrobiological basics of soybean cultivation and ways of maximum realization of its productivity* [Monograph]. Tvory. [In Ukrainian].

*Надійшла до редакції 10.10.2025 р.;
переглянуто 07.11.2025 р.;
прийнято до друку 01.12.2025 р.;
опубліковано 29.12.2025 р.*

*Received October 10, 2025;
revised November 07, 2025;
accepted December 01, 2025;
published December 29, 2025*

UDC 633.34

REACTION OF LEGUME CROPS TO TECHNOLOGICAL AND AGROMETEOROLOGICAL FACTORS WHEN GROWING IN THE FOREST-STEP CONDITIONS OF UKRAINE

Novokhatskyi M., PhD in Agronomy, associate professor
e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>
L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

The purpose of the research work is to determine the influence of the tillage system and stimulating substances on the magnitude and structure of the biological yield of soybean and pea grain, to substantiate the feasibility of using the studied stimulating substances in the technology of growing leguminous crops using various systems of basic tillage in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine to overcome the negative impact of climatic factors.

Methods. Field experiments were conducted in a five-field research crop rotation of the L. Pogorilyy UkrNDIPVT (Kyiv Agro-Soil District of the Right-Bank Forest-Steppe). Experiment factors: factor A – stimulating biological preparations (A_1 – application of preparations; A_2 – control (without application of preparations)); factor B – tillage system (B_1 – traditional, B_2 – conservation, B_3 – mulching, B_4 – mini-till).

Soybeans and peas were grown according to the traditional technology for the region, except elements included in the experiment scheme. The effectiveness of the studied elements of the cultivation technology was established by determining the biological yield of soybeans and its structure.

Results. The abandonment of deep tillage with layer turnover and the reduction of the depth of soil cultivation negatively affected the survival of plants during the pea growing season. When using biological products, we noted a tendency to increase the number of pea plants reaching the phase of full maturity, which is confirmed by the correlation coefficient $r = 0.326$. The biological yield of pea grain, within the framework of our research scheme, was the highest when using the traditional system of main tillage, based on plowing with layer turnover. We established the existence of a direct correlation between the level of biological yield and the intensity of soil cultivation, expressed by the coefficient $r = 0.785$.

The depth of soil cultivation and the density of soybean plants during the harvesting period are related by a strong direct correlation, expressed by the coefficient $r = 0.847$, and the use of biological preparations and the density of plants are related by an average direct correlation, expressed by the coefficient $r = 0.384$. Reducing the depth of soil cultivation contributes to an increase in the abortiveness of soybean seeds ($r = -0.284$), and the use of biological preparations in soybean growing technology contributes to its preservation. Increasing the depth of soil cultivation has a positive effect on the growth of the biological yield of soybeans ($r = 0.768$).

Conclusions. According to the results of the conducted research, it was established:

- the biological yield of pea grain was the highest when using the traditional system of main tillage, based on plowing with layer turnover; a direct correlation was established between the level of biological yield and the intensity of tillage ($r = 0.785$); the use of biological products contributed to the increase in the level of biological yield of pea grain ($r = 0.549$), regardless of the applied system of main tillage;

- the analysis of variance indicates that 55.18% of the variation in the value of the biological yield of pea grain depended on the studied factors and their interaction;

- increasing the depth of tillage and the use of biological products positively affect the growth of the biological yield of soybean ($r = 0.768$ and $r = 0.554$, respectively);

- analysis of variance of data on the biological yield of soybean grain shows that the level of variation of this indicator depends on the use of biological products by 21.9%, on the tillage system by 47.3%, and on the conditions of the year by 10.7%.

Keywords: soybeans, peas, growing technologies, stimulants, soil cultivation, yield.