

ЗМІНА ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СТИМУЛЮЮЧИХ РЕЧОВИН

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

Панченко Т., канд. с.-г. наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>, e-mail: panchenko.taras@gmail.com
Білоцерківський НАУ

Анотація

Метою науково-дослідної роботи є визначення впливу системи обробітку ґрунту та стимулюючих речовин на величину і структуру біологічної врожайності зерна сої, обґрунтування доцільності застосування досліджуваних стимулюючих речовин у технології вирощування сої 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 вирощувалася 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. Кореляційний аналіз засвідчує, що досліджувані нами елементи технології вирощування суттєво впливають на густоту стояння рослин агрофітоценозів: глибина обробітку ґрунту і густота стояння рослин, а також застосування біопрепаратів і густота стояння рослин пов'язані середніми прямими кореляційними залежностями, що виражені коефіцієнтами $r = 0,4901$ та $r = 0,5380$ відповідно.

Провівши кореляційний аналіз, ми встановили, що збільшення глибини обробітку ґрунту в межах схеми наших дослідів сприяє росту абортивності насіння ($r = 0,7215$), а використання біопрепаратів у технології вирощування сої – зменшенню показника абортивності насіння ($r = -0,6501$).

Рівень біологічної врожайності суттєво залежить від факторів, включених нами до схеми дослідів. Збільшення глибини обробітку ґрунту позитивно впливало на ріст біологічної врожайності сої, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r = 0,5876$. На величину біологічної врожайності сої в межах схем наших дослідів впливало і використання біопрепаратів – між ними встановлено наявність прямої середньої кореляційної залежності, що виражається коефіцієнтом $r = 0,5880$.

Висновки. Збільшення глибини обробітку ґрунту позитивно впливало на ріст біологічної врожайності сої, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r = 0,5876$.

На величину біологічної врожайності сої в межах схем наших дослідів впливало використання біопрепаратів – між ними встановлено наявність прямої середньої кореляційної залежності, що виражається коефіцієнтом $r = 0,5880$.

Використання біопрепаратів у технології вирощування сої сприяло зменшенню абортивності її насіння ($r = -0,6501$) та покращенню біометричних показників рослин.

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

Вступ. У зв'язку з очікуваним підвищенням температури повітря Північної півкулі продовольча безпека України буде значно залежати від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до майбутніх змін клімату. Раціональним вирішенням цієї проблеми може бути постановка польових дослідів, де факторами будуть виступати системи обробітку ґрунту та інші елементи технології вирощування, типові для основних ґрунтово-кліматичних зон України. За таких умов буде акумулюватися в часі дія, післядія і взаємодія досліджуваних і випадкових факторів, що дасть змогу оптимізувати застосування досліджуваних технологічних рішень під конкретну сільськогосподарську культуру сівозміни на основі диференційованого підходу й обґрунтувати значення вихідних вимог на технологічні операції. Ці експерименти слугуватимуть також оптимізації методики оцінки ефективності нових техніко-технологічних рішень технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату.

Постановка завдань. Зараз отримано багато оцінок впливу глобальних змін клімату на сільське господарство [Simpson et al., 2023]. Передбачається, що зміни агрокліматичних факторів позитивно вплинуть на регіони, що вирощують зерно [Yohannes, 2016; Iglesias et al., 2011]. Однак кліматичні зміни негативно вплинуть на глобальний рівень урожайності, спричиняючи його зменшення вже в 2020-х рр., очікується, що з часом збитки зростатимуть і досягнуть 50% до 2080-х рр. [Aggarwal et al., 2019].

Нині відбувається процес переходу від індустріального суспільства до суспільства з високорозвиненою технологією, для якого критичними ресурсами є інформація і технологічні нововведення. Виникають, розвиваються і впроваджуються у виробництво такі технологічні поняття, як біологізація землеробства, енерго- та ресурсозбереження, інші ощадні технологічні прийоми [Волкогон та ін., 2011]. З'являються нові, більш досконалі машини і механізми. Цілком реальним є

завдання складання технологічного регламенту для кожного поля, дотримання якого забезпечить найбільшу врожайність при найменших витратах [Тараріко та ін., 2016].

В умовах обмеженості матеріально-грошових ресурсів, які в найближчі роки навряд чи будуть суттєво збільшені, реальним способом збереження родючості й отримання стабільних врожаїв сільськогосподарських культур є максимальне використання еколого-біологічних факторів у системі землеробства [Білявська та ін., 2018]. Найбільш ефективними, дешевими, відновними, такими, що позитивно впливають на властивості ґрунтів, екологію і якість продукції, є біологічні чинники, що одночасно забезпечують відтворення органічної речовини ґрунту й елементів живлення рослин [Buragienė et al., 2023].

Напрямки досліджень, що розробляються останнім часом, демонструють, що вирішити проблему сталого функціонування агроєкосистем і знизити негативний вплив інтенсивного землеробства на навколишнє середовище можна на основі біологізації виробництва сільськогосподарської продукції [Чайка та ін., 2019].

Метою цієї роботи є експертиза техніко-технологічних рішень зональної технології вирощування сої та її адаптування до умов зміни клімату.

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

Предмет досліджень — показники агрофізичного, агрохімічного стану ґрунту, росту, розвитку та продуктивності сої при застосуванні різних техніко-технологічних рішень і біологічних препаратів для оптимізації умов її вирощування.

Методи і матеріали. Дослідження проводилися в умовах Правобережного Лісостепу України протягом 2020-2022 рр. в п'ятипільній науково-дослідній сівозміні на угіддях УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, розміщених у Білоцерківському районі Київської області, що належать до Київського агроґрунтового району Правобе-

Таблиця 1 – Схема використання біопрепаратів в 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

режного Лісостепу. Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий малогумусний.

Факторами були:

- система обробітку ґрунту (традиційна, консервувальна, мульчувальна, міні-тіл);

- препарати для подолання негативної дії стресових факторів виробництва «Інноваційна компанія «Біоінвест-Агро».

Технологічно схема застосування біопрепаратів при вирощуванні сої на дослідному варіанті включала три обробки, що поєднувалися із іншими заходами щодо захисту рослин від шкочочинних об'єктів: обробка насіння перед сівбою, на початку фази гілкування (за наявності 3-4 справжніх листків), на початку цвітіння та появи бобів (табл. 1). Рослини контрольних варіантів препаратами не оброблялися.

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

Соя вирощувалася за традиційною для регіону технологією, за виключенням елементів, включених до схеми дослідів. Попередник — пшениця озима. Загальна площа дослідів — 32,0 га, облікова площа — 29,8 га, повторність дослідів — триразова.

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

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. Рівень насінневої продуктивності сої в межах схеми досліджень визначено на підставі аналізу пробних снопів, відібраних у фазі повної стиглості зерна. Результати розбору пробних снопів і визначені показники біологічної врожайності та її структури за варіантами дослідів представлені нами в таблиці 2.

Застосування біологічних препаратів спричиняло, в середньому за дослідом, незначне зменшення висоти рослин у посівах сої із 84,0 (контроль) до 83,7 см (дослід). Ця тенденція описується негативним коефіцієнтом парної кореляції, який становить $r = -0,028$ (табл. 3). Висота рослин також дуже слабо залежала від системи основного обробітку ґрунту, про що свідчить зворотній коефіцієнт кореляції $r = -0,069$ (табл. 3).

На висоту прикріплення нижнього бобу — показника, від якого залежить якість збирання врожаю, — система обробітку ґрунту практично не впливала ($r = -0,071$); а застосування біопрепаратів і величина цього показника пов'язані оберненою слабкою кореляційною залежністю, вираженою коефіцієнтом кореля-

Таблиця 2 – Вплив системи основного обробітку ґрунту та стимулюючих речовин на біометричні показники, структуру та біологічну врожайність сої

Елементи структури врожаю	Стимулятори (фактор Б)	Система основного обробітку ґрунту (фактор А)			
		традиційна	консервувальна	мульчувальна	міні-тіл
Висота рослин, см	дослід	85,7	78,1	77,6	93,4
	контроль	88,0	83,6	80,9	83,4
Висота прикріплення нижнього бобу, см	дослід	15,4	18,5	19,1	13,8
	контроль	15,8	17,6	25,0	16,1
Густота стояння рослин, млн шт./га	дослід	650,0	550,0	566,7	466,7
	контроль	566,7	316,7	533,3	366,7
Кількість бобів на головному стеблі, штук	дослід	16,4	14,8	15,0	16,1
	контроль	14,3	24,2	12,3	20,5
Кількість зерен на головному стеблі, штук	дослід	37,2	33,2	34,2	38,2
	контроль	29,9	53,1	26,7	48,2
Маса зерна з головного стебла рослини, г	дослід	5,63	5,78	5,29	6,26
	контроль	5,31	8,99	4,49	7,71
Маса 1000 насінин, г	дослід	151,3	174,1	154,7	163,9
	контроль	177,5	169,3	170,5	159,2
Абортивність насіння, %	дослід	18,9	16,1	16,0	14,1
	контроль	20,9	19,8	17,7	17,5
Біологічна врожайність зерна, ц/га	дослід	36,7	31,4	29,8	29,2
	контроль	30,2	29,2	23,4	28,1
Збиральний індекс	дослід	43,9	45,9	47,6	45,1
	контроль	48,6	46,8	45,7	46,6

ції $r = -0,2996$. За абсолютними показниками висота прикріплення нижнього бобу змінювалася від 13,8 см (варіант «міні-тіл + біопрепарати») до 25,0 см (варіант «мульчування, без біопрепаратів») (рис. 1).

Одним із основних показників структури врожайності сої є густота стояння рослин на період збирання. За результатами нашого дослідження, у поточному році густота стояння рослин у фазу повної стиглості залежно від варіантів дослідів змінювалася від 316,7 до 650,0 тис./га (табл. 2). Результати кореляційного аналізу вказують на наявність суттєвого впливу досліджуваних нами елементів технології вирощування на густоту стояння рослин агрофітоценозів: глибина обробітку ґрунту і густота стояння рослин, а також застосування біопрепаратів і густота сто-

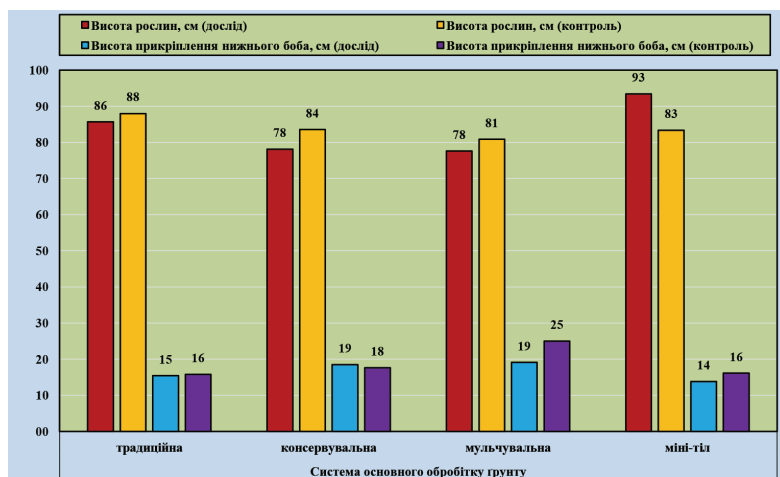


Рисунок 1 – Зміна біометричних показників рослин сої залежно від системи основного обробітку ґрунту та застосування біопрепаратів

яння рослин пов'язані середніми прямими кореляційними залежностями, що виражені коефіцієнтами $r = 0,4901$ та $r = 0,5380$ відповідно.

Однією з біологічних особливостей сої є абортивність — здатність рослини

Таблиця 3 – Результати кореляційного аналізу показників структури врожайності сої (коефіцієнти парної кореляції)

Фактори дослідів, показники структури врожайності	Стимулятори	Обробіток ґрунту	Висота рослин	Висота прикріплення нижнього бобу	Густота стояння рослин	Кількість бобів	Маса 1000 насінин	Абортивність насіння	Біологічна врожайність зерна	Збиральний індекс
Стимулятори	1	0,000	-0,0280	-0,2996	0,5380	-0,3139	-0,4628	-0,6501	0,5880	-0,1982
Обробіток ґрунту	0,000	1	-0,0694	-0,0713	0,4901	-0,0936	0,2248	0,7215	0,5876	0,0734
Висота рослин	-0,0280	-0,0694	1	-0,6618	-0,1121	0,1044	0,0388	0,0062	0,1425	-0,1982
Висота прикріплення нижнього бобу	-0,2996	-0,0713	-0,6618	1	0,0993	-0,3828	0,2391	0,0305	-0,6436	0,0685
Густота стояння рослин	0,5380	0,4901	-0,1121	0,0993	1	-0,8077	-0,1702	-0,0213	0,4464	-0,2190
Кількість бобів	-0,3139	-0,0936	0,1044	-0,3828	-0,8077	1	-0,1550	0,2526	0,1164	0,0509
Маса 1000 насінин	-0,4628	0,2248	0,0388	0,2391	-0,1702	-0,1550	1	0,2791	-0,4226	0,4471
Абортивність насіння	-0,6501	0,7215	0,0062	0,0305	-0,0213	0,2526	0,2791	1	0,1435	0,3603
Біологічна врожайність зерна	0,5880	0,5876	0,1425	-0,6436	0,4464	0,1164	-0,4226	0,1435	1	-0,3320
Збиральний індекс	-0,4741	0,0734	-0,1982	0,0685	-0,2190	0,0509	0,4471	0,3603	-0,3320	1

позбавлятися від плооелементів або їхніх частини – бобів у цілому чи частини зерен у них, – у випадку нестачі або жорсткого ліміту факторів життя (елементи живлення, доступна волога тощо).

Результати досліджень поточного року засвідчують, що абсолютний показник абортивності насіння залежно від факторів наших дослідів змінювався від 14,1 до 20,9% (рис. 2).

Провівши кореляційний аналіз, ми встановили, що збільшення глибини обробітку ґрунту в межах схеми наших дослідів сприяє росту абортивності насіння ($r = 0,7215$), а використання біопрепаратів у технології вирощування сої – зменшенню показника абортивності насіння ($r = -0,6501$).

Біологічна врожайність зерна, за варіантами наших дослідів, змінювалася від 23,4 до 36,7 ц/га (рис. 3). Рівень біологічної врожайності суттєво залежить від факторів, включених нами до схеми дослідів. Збільшення глибини обробітку ґрунту позитивно впливало на ріст біологічної врожайності сої, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r = 0,5876$. На величину біологічної врожайності сої в межах схем наших дослідів впливало і використання біопрепаратів – між ними встановлено наявність прямої середньої кореляційної залежності, що виражається коефіцієнтом $r = 0,5880$.

Прямою середньою кореляційною залежністю біологічна врожайність зерна сої пов'язана з густотою стояння рослин на період збирання ($r = 0,4464$), а між рівнем біологічної врожайності та висотою прикріплення нижнього бобу нами встановлена сильна обернена кореляційна залежність. Дані про рівень впливу досліджуваних біопрепаратів і систем обробітку ґрунту на густоту стояння рослин і висоту прикріплення нижнього бобу наведені вище (табл. 3).

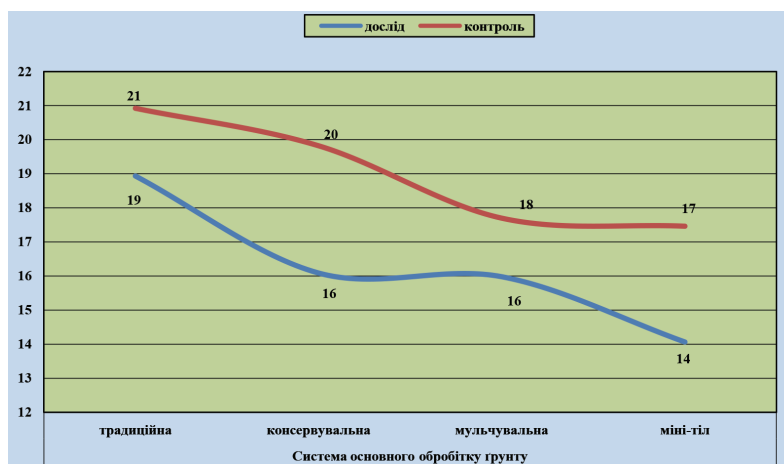


Рисунок 2 – Вплив системи основного обробітку ґрунту і біопрепаратів на змну показника абортивності насіння у посівах сої, %

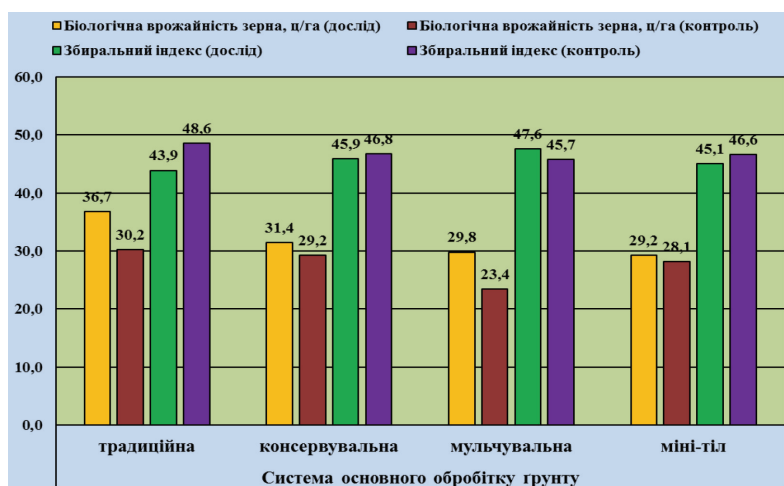


Рисунок 3 – Біологічна врожайність зерна та збиральний індекс сої залежно від системи основного обробітку ґрунту та застосування біопрепаратів

Обговорення. Організація ЮНЕСКО характеризує сою як стратегічну світову сільськогосподарську культуру за високий вміст білку та харчову цінність [Камінський, Браценюк, 2017]. Зараз Україна входить у десятку світових виробників сої [Заболотний та ін., 2020]. Однак більшість дослідників зазначає, що з кожним роком зростає собівартість вирощування сої. Це передусім пов'язано з витратами на пально-мастильні матеріали, добрива та засоби захисту, тому постає запитання про збільшення урожайності сої за рахунок оптимізації технології вирощування, що забезпечить високу рентабельність [Турак, Козло, 2024]. Стійкість сучасного землеробства ґрунтується на адаптив-

ній системі його ведення і передусім на освоєнні біологізованих сівозмін та інших прийомів.

Серед заходів, що впливають на продуктивність фітоценозів, є способи обробітку ґрунту, які регулюють його фізичний стан, водний, повітряний, тепловий і поживний режими, забезпечуючи необхідні умови для формування сталого врожаю сільськогосподарських культур. Нинішні умови вимагають вирішення не лише проблем підвищення продуктивності, а й збереження земельних ресурсів. Досягти цього можливо завдяки запровадженню раціональних систем і способів обробітку ґрунту [Хахула, Михайлюк, 2024].

Агротехнічні і технологічні заходи, спрямовані на зменшення інтенсивності та глибини обробітку ґрунту, мають ряд переваг, включаючи покращену структуру ґрунту, збагачення поживними речовинами, збільшення запасів вуглецю в ґрунті, покращене біорізноманіття, зменшення втрати поживних речовин через вимивання та екологічна стабільність [Mandal et al., 2021]. Загальна сільськогосподарська політика Європи спрямована на те, щоб фермери використовували саме стійкі методи управління ґрунтами та підтримки екосистеми сільськогосподарських угідь [Derpsch, 2003; Busari et al., 2015; Doyeni et al., 2024].

Традиційний обробіток ґрунту, що включає в себе повне обертання верхнього шару ґрунту, має такі короткотермінові переваги: боротьба з бур'янами, аерація ґрунту, посилене проникнення води та покращене вивільнення поживних речовин [Idowu et al., 2019]. Навпаки, мілкий обробіток ґрунту характеризуються мінімізованим порушенням ґрунту, залишаючи нижні шари відносно непорушеними з метою збереження структури ґрунту й агрегатів [FAO, 1993]. Ці практики привернули увагу завдяки таким перевагам, як економія коштів, покращена енергоефективність, зменшене ущільнення ґрунту та покращені функції екосистеми [Palm et al., 2014; Rysknel et al., 2017; Idowu et al., 2019].

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

Таким чином, проведені нами дослідження і отримані результати доповнюють базу знань щодо актуальних питань технології вирощування сої та отримання якісного врожаю цієї важливої культури.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що збільшення глибини обробітку ґрунту позитивно впливало на ріст біологічної врожайності сої, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r = 0,5876$. На величину біологічної врожайності сої в межах схем наших дослідів впливало використання стимулюючих біопрепаратів — між ними встановлено наявність прямої середньої кореляційної залежності, що виражається коефіцієнтом $r = 0,5880$. Також використання стимулюючих біопрепаратів у технології вирощування сої сприяло зменшенню абортивності її насіння ($r = -0,6501$).

Перелік літератури

Білявська, Л. О., Лобода М. І., Литовченко А. М. та ін. (2018). Новітні біотехнології на основі ґрунтових мікроорганізмів для аграрного органічного виробництва. Органічне виробництво і продовольча безпека: [зб. доп. учасн. VI Міжнар. наук.-практ. конф.]. — Житомир: О.О. Євенок. С. 562-567.

Волкогон, В. В., Заришняк, А. С., Гриник, І. В. та ін. (2011). Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Аграрна

наука. 156 с.

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. Київ: Нічлава. 464 с.

Доспехов, Б. А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е. М.: Агропромиздат, 352 с.

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. Вінниця. 275 с.

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. Сер.: Агрономія і біологія. Вип. 9 (34). С. 81-85.

Тараріко, О. Г., Дем'янюк, О. С., Кучма, Т. Л., & Ільєнко, Т. В. (2016). Природоохоронні конвенції Ріо: реалізація їх положень у сільськогосподарській політиці України. Агроекологічний журнал, (4), 7-14.

Турак, О. Ю., Козло, М. Ю. (2024). Вплив строків посіву на продуктивність ранніх сортів сої в умовах Івано-Франківської області // Український журнал природничих наук, № 7, С. 182-189. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.20>

Хахула, В. С., Михайлюк, Д. В. (2024). Вплив різних систем удобрення і обробітку ґрунту на урожайність пшениці озимої в умовах правобережного лісостепу України. Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 28 березня 2024 р.). Біла Церква: БНАУ. С. 241-244.

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. С. 92-102.

Aggarwal, P., Vyas, S., Thornton, P., Campbell, B. M., & Kropff, M. (2019). Importance of considering technology growth in impact assessments of climate change on agriculture. *Global Food Security*, 23, 41-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.04.002>

Buragienė, S., Šarauskis, E., Adama-vičienė, A., Romanekas, K., Lekavičienė, K., Rimkuvienė, D., and 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>.

Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., & Dulazi, A. A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International soil and water conservation research*, 3(2), 119-129.

Derpsch, R. (2003). Conservation tillage, no-tillage and related technologies. In *Conservation agriculture: environment, farmers experiences, innovations, socio-economy, policy*, pp. 181-190. Dordrecht: Springer Netherlands.

Doyeni, M. O., Suproniene, S., Versulienė, A., Meskauskienė, L., & Kadziene, G. (2024). Influence of the Long-Term Application of Management Practices (Tillage, Cover Crop and Glyphosate) on Greenhouse Gas Emissions and Soil Physical Properties. *Sustainability*, 16(7), 2859. <https://doi.org/10.3390/su16072859>

FAO. (1993). Soil tillage in Africa: Needs and challenges. *FAO Soils Bulletin No. 69*. FAO.

Idowu, O. J., Sultana, S., Darapuneni, M., Beck, L., & Steiner, R. (2019). Short-term conservation tillage effects on corn silage yield and soil quality in an irrigated, arid agroecosystem. *Agronomy*, 9(8), 455.

Iglesias, A., Quiroga, S., Diz, A. (2011). Looking into the future of agriculture in a changing climate. *European review of agricultural economics*. Vol 38 (3) (2011) pp.

427-447. DOI: <https://doi.org/10.1093/erae/jbr037>

Mandal, A., Dhaliwal, S. S., Mani, P. K., Toor, A. S. (2021). Conservation agricultural practices under organic farming. In *Advances in Organic Farming Agronomic Soil Management Practices*; Woodhead Publishing: Oxford, UK, pp. 17-37.

Palm, C., Blanco-Canqui, H., DeClerck, F., Gatere, L., & Grace, P. (2014). Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187, 87-105.

Rücknagel, J., Rademacher, A., Gütze, P., Hofmann, B., & Christen, O. (2017). Uniaxial compression behaviour and soil physical quality of topsoils under conventional and conservation tillage. *Geoderma*, 286, 1-7.

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). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.105926>

Yohannes H. (2016). A Review on Relationship between Climate Change and Agriculture. *J. Earth Sci Clim Change* 7: 335. DOI: 10.4172/2157-7617.1000335

References

Aggarwal, P., Vyas, S., Thornton, P., Campbell, B. M., & Kropff, M. (2019). Importance of considering technology growth in impact assessments of climate change on agriculture. *Global Food Security*, 23, 41-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.04.002>

Bilyavska, L. O., Loboda M. I., Lytovchenko A. M. and others. (2018). The latest biotechnologies based on soil microorganisms for agricultural organic production. *Organic production and food safety: [Coll. add. participation VI International science and practice conf.]*. Zhytomyr: O.O. Evenok. P. 562-567.

Buragienė, S., Šarauskis, E., Adama-
vičienė, A., Romaneckas, K., Lekavičienė, K., Rimkuvienė, D., and 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>.

Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., & Dulazi, A. A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International soil and water conservation research*, 3(2), 119-129.

Chaika, T. O., Yasnolob, I. O., Horb, O. O., Lotysh, I. I., Berezhnyskyi E. V. (2019). Greening of tillage systems to restore and increase soil fertility. *Bulletin of Poltava DAA*. No. 3. P. 92-102.

Derpsch, R. (2003). Conservation tillage, no-tillage and related technologies. In *Conservation agriculture: environment, farmers experiences, innovations, socio-economy, policy*, pp. 181-190. Dordrecht: Springer Netherlands.

Dospekhov, B. (1985). *Methodology of field experiments (with the basics of statistical processing of research results)*. Ed. 5th M.: Agropromizdat, 352 p.

Doyeni, M. O., Suproniene, S., Versulienė, A., Meskauskiene, L., & Kadziene, G. (2024). Influence of the Long-Term Application of Management Practices (Tillage, Cover Crop and Glyphosate) on Greenhouse Gas Emissions and Soil Physical Properties. *Sustainability*, 16(7), 2859. <https://doi.org/10.3390/su16072859>

FAO. (1993). *Soil tillage in Africa: Needs and challenges*. FAO Soils Bulletin No. 69. FAO.

Gamayunova, V. V., Kuvshinova, A. O. (2021). Formation of aboveground mass and grain yield of winter barley varieties in the conditions of Southern Steppe of Ukraine under the influence of biopreparations. *Scientific reports of NUBiP of Ukraine*, No. 1(89).

Hrytsaenko, Z., Hrytsaenko, A., & Karpenko, V. (2003). *Methods biological and agrochemical research plants and soils*. Kyiv: Nichlava. 464 p.

Idowu, O. J., Sultana, S., Darapuneni, M., Beck, L., & Steiner, R. (2019). Short-term conservation tillage effects on corn si-

lage yield and soil quality in an irrigated, arid agroecosystem. *Agronomy*, 9(8), 455.

Iglesias, A., Quiroga, S., Diz, A. (2011). Looking into the future of agriculture in a changing climate. *European review of agricultural economics*. Vol 38 (3) (2011) pp. 427-447. DOI: <https://doi.org/10.1093/erae/jbr037>

Kaminskyi, V. F., & Bratseniuk, V. Ya. (2017). The influence of sowing methods and preharvest desiccation on the quality indicators of soybean varieties of different maturity groups in the conditions of the Western Forest Steppe. *Bulletin of the Sumy NAU*. 9 (34). 81–85 [in Ukrainian].

Khakhula, V. S., Mykhailiuk, D. V. (2024). Influence of different fertilisation and tillage systems on winter wheat yield in the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Agrarian education and science: achievements and development prospects: materials of the V International scientific and practical conference (Bila Tserkva, March 28, 2024)*. Bila Tserkva, P. 241-244 [in Ukrainian].

Mandal, A., Dhaliwal, S. S., Mani, P. K., Toor, A. S. (2021). Conservation agricultural practices under organic farming. In *Advances in Organic Farming Agronomic Soil Management Practices*; Woodhead Publishing: Oxford, UK, pp. 17-37.

Palm, C., Blanco-Canqui, H., DeClerck, F., Gatere, L., & Grace, P. (2014). Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 187, 87-105.

Rücknagel, J., Rademacher, A., Götze, P.,

Hofmann, B., & Christen, O. (2017). Uniaxial compression behaviour and soil physical quality of topsoils under conventional and conservation tillage. *Geoderma*, 286, 1-7.

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). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.105926>

Tarariko, O. H., Demyanyuk, O. S., Kuchma, T. L., Iliencko, T. V. (2016). Environmental protection conventions of Rio: implementation of their provisions in the agricultural policy of Ukraine. *Agroecological magazine*. 4. P.7-14 [in Ukrainian].

Turak, O. Yu., Kozlo, M. Yu. (2024). Impact of terms of sowing on the productivity of early soybean varieties in Ivano-Frankivsk region. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*, № 7, P. 182-189 [in Ukrainian]

Volkogon, V. V., Zaryshnyak, A. S., Hrynyk, I. V. et al. (2011). Methodology and practice of using microbial preparations in technologies for growing agricultural crops. Kyiv: Agrarian Science; [in Ukrainian].

Yohannes H. (2016). A Review on Relationship between Climate Change and Agriculture. *J. Earth Sci Clim Change* 7: 335. DOI: 10.4172/2157-7617.1000335

Zabolotnyi, H. M., Mazur, V. A., Tsyhanska, O. I., Didur, I. M., Tsyhanskyi, V. I., & Pantsyryeva, H. V. (2020). Agrobiological basics of soybean cultivation and ways to maximize its productivity. *Vinnytsia*. 275 s. [in Ukrainian].

UDC 633.34

CHANGES IN SOYBEAN PRODUCTIVITY DEPENDING ON THE INFLUENCE OF THE MAIN TILLAGE SYSTEM AND STIMULATING SUBSTANCES

Novokhatskyi M., Ph.D. in Agr. Sc., Docent,
e-mail: novokhatskyi@ukr.net, [https://orcid.org/ 0000-0003-3635-1761](https://orcid.org/0000-0003-3635-1761)

Leonid Pogorilyy UkrNDIPVT

Panchenko T., Ph.D. in Agr. Sc., Docent,
e-mail: panchenko.taras@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>,
Bila Tserkva National Agrarian University

Summary

The purpose of the research work is to determine the influence of the tillage system and stimulating substances on the amount and structure of the biological yield of soybeans, to justify the feasibility of using the studied stimulating substances in the technology of growing soybeans for the use of different systems of the main tillage in the conditions of the forest-steppe of Ukraine to overcome the negative impact of climatic factors.

Materials and methods. *Field experiments were carried out in the five-field research crop rotation of Leonid Pogorilyy UkrNDIPVT (Kyiv agro-soil district of Right Bank Forest Steppe). Factors of the experiment: factor A – stimulating biological drugs (A_1 – use of drugs; A_2 – control (without the use of drugs); factor B – soil cultivation system (B_1 – traditional, B_2 – conservation, B_3 – mulching, B_4 – mini-till).*

Soy was grown according to the technology traditional for the region, with the exception of the elements included in the experiment scheme. The effectiveness of the researched elements of cultivation technology was established by determining the biological yield of soybeans and their structure.

Results. *Correlation analysis indicates that the elements of cultivation technology that we studied significantly affect the density of plant stands of agrophytocenoses: the depth of soil cultivation and the density of plant stands, as well as the use of biological preparations and the density of plant stands are connected by average direct correlations expressed by coefficients $r = 0.4901$ and $r = 0.5380$, respectively.*

After conducting a correlation analysis, we established that an increase in the depth of tillage, within the framework of our experiments, contributes to the growth of abortiveness of seeds ($r = 0.7215$), and the use of biological preparations in the technology of growing soybeans – to a decrease in the rate of abortiveness of seeds ($r = -0.6501$).

The level of biological yield significantly depends on the factors included by us in the scheme of experiments. Increasing the depth of tillage had a positive effect on the growth of soybean biological yield, as indicated by the correlation coefficient $r = 0.5876$. The value of the biological yield of soybeans, within the limits of the schemes of our experiments, was also affected by the use of biological preparations – the presence of a direct average correlation between them was established, which is expressed by the coefficient $r = 0.5880$.

Conclusions. *Increasing the depth of tillage had a positive effect on the growth of soybean biological yield, as indicated by the correlation coefficient $r = 0.5876$.*

The value of the biological yield of soybeans, within the limits of the schemes of our experiments, was influenced by the use of biological preparations – the presence of a direct average correlation between them was established, which is expressed by the coefficient $r = 0.5880$.

The use of biological preparations in the technology of growing soybeans contributed to the reduction of the abortiveness of its seeds ($r = -0.6501$) and the improvement of biometric indicators of plants.

Keywords: soybean, growing technologies, stimulants, tillage, yield, abortiveness of seeds.