

ЗМІНИ ВЕЛИЧИНИ Й СТРУКТУРИ БІОЛОГІЧНОЇ ВРОЖАЙНОСТІ СОЇ ЗА ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ І РІЗНИХ СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Новохацький М., канд. с.-г. наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>, e-mail: novokhatskyi@ukr.net

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 біодобрива «Граундфікс» на величину й структуру біологічної врожайності зерна сої та обґрунтування доцільності застосування біодобрива «Граундфікс» у технології вирощування сої за використання різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Лісостепу України.

Методи. Польові досліді проведено в 2017-2019 рр. у п'ятипільній науково-дослідній сівозміні УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого (Київський агроґрунтовий район Правобережного Лісостепу). Фактори досліді: фактор А – застосування фосфат- і каліймобілізувального біопрепарату «Граундфікс» (А₁ – «Граундфікс», 10 л/га, А₂ – «Граундфікс», 5 л/га, А₃ – контроль (без застосування препарату)); фактор Б – система обробітку ґрунту (Б₁ – традиційна, Б₂ – консервувальна, Б₃ – мульчувальна, Б₄ – міні-тіл).

Соя вирощувалася за традиційною для регіону технологією, за виключенням елементів, які входять до схеми досліді. Ефективність досліджуваних елементів технології вирощування встановлено визначенням біологічної врожайності сої та її структури.

Результати. За роки наших досліджень лідером за рівнем формування біологічного врожаю зерна сої в середньому, стала консервувальна система основного обробітку ґрунту, що забезпечила формування у межах 28,0 ц/га зерна. Застосування інших систем основного обробітку ґрунту, з декількох, які досліджуються нами, зумовило зниження рівня біологічної врожайності до 27,1 ц/га за використання традиційної системи, 24,4 ц/га – за використання мульчувальної і до 24,5 ц/га за використання міні-тілу. Наведені дані свідчать про переваги глибокого обробітку ґрунту для формування біологічного врожаю.

Застосування «Граундфіксу» в технології вирощування сої позитивно впливає на підвищення рівня біологічної врожайності зерна. Максимальний рівень біологічної врожайності зерна сої – 31,2 ц/га – відмічений у випадку застосування 5 л/га «Граундфіксу» та консервувальної системи обробітку ґрунту.

Відповідно до схеми наших досліджень система основного обробітку ґрунту суттєво впливає на ріст рослин, висоту прикріплення нижніх бобів, кількість стеблових вузлів і кількість бобів на головному стеблі, а використання «Граундфіксу» – на густоту стояння рослин у період збирання, висоту рослин і висоту прикріплення нижніх бобів.

Застосування «Граундфіксу» в технології вирощування сої позитивно вплинуло на величину збирального індексу посівів. За роки проведення наших досліджень найвищі показники збирального індексу фіксувалися за використання 5 л/га «Граундфіксу» та консервувальної системи обробітку ґрунту.

Висновки. 1. Результати наших досліджень свідчать про переваги глибокого обробітку ґрунту для формування біологічного врожаю зерна сої: консервувальна система основного обробітку ґрунту забезпечила формування в середньому 28,0 ц/га зерна, за використання традиційної сис-

теми біологічна врожайність становила 27,1 ц/га, 24,4 ц/га – за використання мульчувальної системи і 24,5 ц/га – за використання міні-тілу.

2. Застосування «Граундфіксу» в технології вирощування сої позитивно впливає на підвищення рівня біологічної врожайності зерна. Максимальний рівень біологічної врожайності зерна сої – 31,2 ц/га – відмічений нами на варіанті із застосуванням 5 л/га «Граундфіксу» та консервувальної системи обробітку ґрунту.

3. За схемою наших досліджень, система основного обробітку ґрунту суттєво впливає на ріст рослин, висоту прикріплення нижніх бобів, кількість стеблових вузлів і кількість бобів на головному стеблі, а застосування «Граундфіксу» – на густоту стояння рослин у період збирання, висоту рослин і висоту прикріплення нижніх бобів.

4. Найбільшу частку зерна в загальному урожаї надземної фітомаси формували рослини, де застосувалася консервувальна система обробітку ґрунту. Використання «Граундфіксу» в технології вирощування сої позитивно вплинуло на величину збирального індексу посівів. За таких умов слід зазначити, що за роки проведення наших досліджень вищі показники збирального індексу фіксувалися за використання 5 л/га біопрепарату.

Ключові слова: соя, обробіток ґрунту, біологічна врожайність, збиральний індекс.

Вступ. Серед зернобобових соя — культура досить вимоглива до вмісту в ґрунті поживних речовин, хоча ефективність внесених добрив під сою залежить, насамперед, від агрохімічних показників ґрунту, забезпечення вологою, сорту тощо. Тому до застосування добрив необхідно підходити диференційовано [Singh, Rai, 2004].

Незаперечною є роль фосфорних і калійних добрив для сої, коли є недостатні запаси рухомих форм цих елементів у ґрунтах [Yin, Vyn, 2003]. Відомо, що велике значення у формуванні врожаю сої та збільшенні зборів білка має азот (на 1 ц насіння витрачається 8-10 кг). Мабуть, не випадково всі бобові рослини в процесі еволюції пристосувалися до використання атмосферного азоту симбіозом з бульбочковими бактеріями, хоча цей процес і енергоємний, оскільки для фіксації 1 кг атмосферного азоту соя витрачає 20 кг вуглеводів. За дорожнечі і нестачі азотних туків їхнє застосування під бобові культури нерідко визнається недоцільним. Це доцільно робити лише за умови активної азотфіксації, коли рослини достатньою мірою забезпечують себе біологічним азотом. Тому азотні туки доцільно застосовувати в підживленні, визначивши попередньо активність симбіозу [Баранов, 1987].

Використання в сівозміні азотфіксу-

вальних бобових культур і біопрепаратів азотфіксувальних бактерій забезпечує збереження енергії, що витрачається на синтез азотних добрив [Бобро та ін., 2006]. Після збирання сої в ґрунті залишається 70-80 кг/га біологічно фіксованого азоту, який прирівнюється до внесення 2-3 ц мінеральних азотних добрив або 30-40 т гною [Беседин и др., 2009].

Однією з найбільш трудомістких операцій у технології вирощування сільськогосподарських культур є основний обробіток ґрунту. Під сучасною системою основного обробітку ґрунту розуміють послідовний набір операцій, який виконують у період між збиранням попередника і сівбою культури. Вона повинна бути диференційованою і враховувати попередник, забезпечення вологою, забур'яненість, рельєф тощо. Система основного обробітку ґрунту має утворити рівномірний розпушений, зернистий, дрібногрудкуватий посівний шар; загорнути і добре змішати з ґрунтом рослинні рештки й добрива; створити пухкий, добре оструктурений орний шар ґрунту зі щільністю 0,9-1,2 г/см²; вирівняти поверхню ґрунту; максимально очистити поле від бур'янів, шкідників і хвороб; створити передумови для накопичення ґрунтової вологи.

В умовах загострення енергетичної ситуації важливого значення набуває вдосконалення агротехнічних заходів

вирощування, спрямованих на суттєве зменшення енерговитрат. Напрямок мінімізації кількості обробок і зниження їхньої глибини цілком виправдане, оскільки це має призвести не лише до зменшення енергетичних витрат, але й до нормалізації процесів мінералізації органічних речовин і накопичення гумусу в ґрунті, запобігання ерозії. Однак, за деякими даними, заміна оранки поверхневою обробкою не завжди дає бажані наслідки.

У зв'язку з цим виникла потреба у визначенні впливу системи обробітку ґрунту та біодобрива «Граундфікс» на величину й структуру біологічної врожайності зерна сої та обґрунтування доцільності застосування цього біодобрива у технології вирощування сої за використання різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Лісостепу України.

Постановка завдань. Нині актуальним є запровадження екологічно безпечних біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, які базуються на використанні біологічних препаратів і відселектованих мікроорганізмів. Під біологізацією землеробства слід розуміти збільшення надходження органічної речовини в ґрунті завдяки сидерації, розширенню посівів одно- і багаторічних бобових культур, а також застосуванню у землеробстві біологічних препаратів і максимальному використанню біологічних факторів [Башков, Бортник, 2012]. Найбільш доступними чинниками біологізації для відтворення родючості ґрунту є склад і чергування культур у сівозмінах на принципах плодозміни, а також використання сидератів і нетоварної частини врожаю на добриво, застосування органічних добрив, інтенсифікація і максимальне використання сил біотичної та асоціативної азотфіксації, фосфат- і каліймобілізації [Абашев, Козлова, 2005].

Мінеральне живлення рослин — це один із найважливіших факторів, який стимулює ростові процеси, впливає на формування та розвиток рослин і накопичення життєво необхідних для них речовин [Євтушок, 1995]. Маючи активну

здатність коренів до засвоєння, соя використовує малодоступні й важкорозчинні для злаків мінеральні сполуки не лише з орного горизонту, але і з глибших шарів [Беседин, Соколова, 2010; Григорчук, 2011]. Це дає змогу підвищувати родючість ґрунту і покращувати його структуру.

Незважаючи на те, що соя досить вимоглива до умов живлення, вона може використовувати частину важкорозчинних форм фосфору з ґрунту завдяки активності ризосферного мікробіологічного комплексу [Баранов, 1987]. Найвищий урожай зерна сої формується від спільного застосування мінеральних і бактеріальних добрив [Андрієнко, 2010; Бабич, 1975; Бабич, Волощук, Дидык, 1982].

Інокуляція бобових рослин ефективними штамми азотфіксуювальних і фосфатмобілізуювальних мікроорганізмів є одним із способів зниження виносу з ґрунту азоту й фосфору зі збереженням високих врожаїв. Фосфорне живлення рослин можна поліпшити застосуванням біопрепарату на основі ендомікорізного гриба, який утворює симбіотичну асоціацію з рослиною і транспортує в корінь водонерозчинні фосфати кальцію, які накопичуються в ґрунті внаслідок багаторічного застосування мінеральних фосфорних добрив [Лабутова та ін., 2003].

Зараз вивчено приблизно 3000 видів бактерій. Одні з них допомагають живим істотам, а інші пригнічують їх або харчуються ними. Перші здатні виробляти органіку фотосинтезом, перетворювати азот повітря на азотне добриво для рослин, розкласти органічні залишки до простих речовин (бактерії, дріжджі та інші гриби, завдяки яким до коріння повертається все, що рослини колись взяли з ґрунту). Саме ця група мікроорганізмів виробляє компост і перегній, очищує воду й ґрунт від залишків і відходів, вивільняє мінерали — елементи живлення, переводячи їх у вільний стан (ці мікроби використовують енергію розпаду неорганічних сполук) [Власенко та ін., 2012].

Максимально реалізувати генетичний потенціал продуктивності сучасних сор-

тів бобових культур можна лише завдяки моделюванню технологій вирощування. Наявні технології вирощування базуються на використанні мінеральних добрив [Krueger et al., 2013]. Тому актуальним завданням у вирощуванні зернобобових культур є дотримання основних елементів технології вирощування, оптимальне використання мінеральних добрив та активних штамів азотфіксувальних, фосфат- і каліймобілізувальних мікроорганізмів [Камінський, Мосьонз, 2010].

На основі вищезазначеного метою досліджень було визначення впливу прийомів технології вирощування – різних систем основного обробітку ґрунту й оптимізації режимів живлення біологічними засобами – на реалізацію потенціалу продуктивності сої в умовах Лісостепу України.

Методи і матеріали. Польові досліді проводилися протягом 2017-2019 рр. у п'ятипільній науково-дослідній сівозміні на угіддях УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, розміщених у Білоцерківському районі Київської області, що належать до Київського агроґрунтового району Правобережного Лісостепу. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний.

Дослідження проводилися за такою схемою:

1) фактор А – застосування фосфат- і каліймобілізувального біопрепарату «Граундфікс» (А₁ – Граундфікс, 10 л/га А₂ – «Граундфікс», 5 л/га, А₃ – контроль (без застосування препарату);

2) фактор Б – система обробітку ґрунту (Б₁ – традиційна, Б₂ – консервувальна, Б₃ – мульчувальна, Б₄ – міні-тіл).

«Граундфікс» – ґрунтове біодобриво для мобілізації фосфору і калію з нерозчинних сполук і підвищення ефективності використання мінеральних добрив [Дацько, Гаврилов, 2020]. До складу «Граундфіксу» входять клітини бактерії *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter*, *Paenibacillus polymyxa*; загальна кількість життєздатних клітин $(0,5-1,5) \times 10^9$ КУО/см³;

інша корисна мікрофлора (молочнокислі бактерії, продуценти ферментів); вітаміни, фітогормони, амінокислоти й інші фізіологічно-активні речовини.

В основу класифікації систем обробітку ґрунту покладено їхні характерні особливості [Новохацький та ін., 2017]:

– *традиційна система* передбачає провокацію проростання насіння бур'янів та падалиці, руйнування капілярів і підрізання бур'янів, розпушування ґрунту з обертанням скиби (оранка) на глибину від 20-22 до 30-32 см і повне загортання рослинних решток на глибину від 6-8 до 12-14 см;

– *консервувальна система* включає в себе мульчування ґрунту подрібненими рослинними рештками з їхнім збереженням до 50 % на поверхні ґрунту на період сівби, обробіток верхнього шару з перемішуванням рослинних решток, безлицевий основний обробіток (чизельне розпушування) на глибину від 25-27 до 38-40 см і повне підрізання бур'янів;

– *мульчувальна система* базується на мульчуванні ґрунту подрібненими рослинними рештками з їхнім збереженням не менше 30 % на поверхні ґрунту в період сівби, обробіток верхнього шару ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10-12 см з перемішуванням рослинних решток і повне підрізання бур'янів;

– *система міні-тіл* полягає в мульчуванні ґрунту подрібненими рослинними рештками з їхнім максимальним збереженням на поверхні ґрунту на період сівби і поверхневому обробітку ґрунту на глибину загортання насіння.

Соя вирощувалася за традиційною для регіону технологією, за виключенням елементів, які входять до схеми досліді. Попередник – пшениця озима. Загальна площа дослідної ділянки – 32,0 га, облікова площа – 29,8 га, повторність дослідів – триразова.

Ефективність досліджуваних елементів технології вирощування визначалася за рівнем біологічної врожайності сої. Біологічну врожайність зерна визначали за пробними снопами, відібраними на кож-

ному з варіантів у потрійній 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. Формування врожаю будь-якої культури – це інтегральний показник продуктивності рослин за фазами росту і розвитку. Продуктивність визначається густотою стояння рослин, світловим і тепловим режимами, вологозабезпеченістю ґрунту, рівнем мінерального живлення та особливостями сорту.

Вищевказані умови є надзвичайно складними і взаємозалежними. Вони визначають інтенсивність росту, розвитку й продуктивності рослин за основними фазами. Урожай культур безпосередньо залежить від кількісного вираження кожного структурного елементу. Тому необхідно, щоб у конкретних умовах вирощування всі елементи структури досягали свого найбільшого кількісного вираження. Отже, врожай – це результат взаємодії усіх кількісних ознак рослин з умовами навколишнього середовища. Кінцевими величинами, які визначають рівень врожайності, є густота стояння рослин, кількість і маса зерен на рослині. Кількість рослин на одиниці площі залежить від норми висіву та польової схожості насіння, умов агротехніки і біологічних особливостей сорту. Проте від повних сходів до збирання врожаю постійно відбувається часткове відмирання рослин.

Результати визначення біологічної врожайності сої за варіантами наших досліджень року представлені на рисунку 1.

Лідером за рівнем формування біологічного врожаю зерна сої в середньому за роки наших досліджень стала консервувальна система основного обробітку

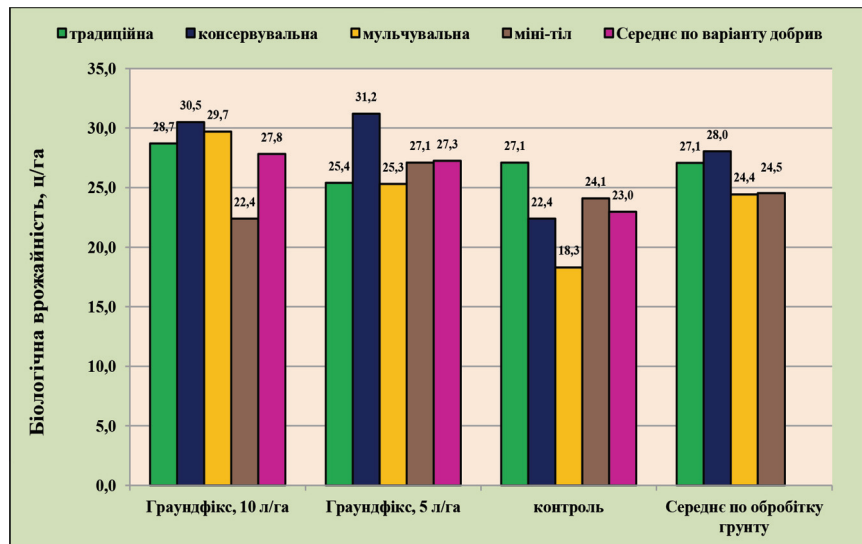


Рисунок 1 – Вплив системи основного обробітку ґрунту і біологічних препаратів на біологічну врожайність зерна сої, середнє за роки досліджень

ґрунту, яка забезпечила формування в середньому 28,0 ц/га зерна. Застосування інших систем основного обробітку ґрунту з ряду досліджуваних нами, зумовило зменшення рівня біологічної врожайності до 27,1 ц/га за використання традиційної системи, 24,4 ц/га – мульчувальної і до 24,5 ц/га міні-тілу. Наведені дані свідчать про переваги глибокого обробітку ґрунту для формування біологічного врожаю.

Якщо на контрольних варіантах (без біодобрив), у середньому за досліджуваними нами системами основного обробітку ґрунту формувалося 23,0 ц/га зерна, то застосування 5 л/га «Граундфіксу» давало змогу сформувати 27,3 ц/га, а збільшення дози добрив до 10 л/га забезпечило формування 27,8 ц/га зерна. Отже, використання «Граундфіксу» в технології вирощування сої позитивно впливає на зростання рівня біологічної врожайності зерна. Максимальний рівень біологічної врожайності зерна сої – 31,2 ц/га – відмічений нами на варіанті із застосуванням 5 л/га «Граундфіксу» та консервувальної системи обробітку ґрунту.

Аналіз структури врожайності сої проводився за такими основним показниками: густота стояння рослин, висота рослин, товщина стебла біля кореневої шийки, висота прикріплення нижнього бобу, кількість стеблових вузлів, кількість

стеблових вузлів із бобами, кількість бобів на головному стеблі, абортивність насіння на головному стеблі (табл. 1)

Під час аналізу пробних снопів сої для

визначення показників структури врожайності встановлено, що густина стояння рослин сої на період збирання більше залежить від застосування біодобрив та

Таблиця 1 - Структура урожайності сої залежно від системи основного обробітку ґрунту та дози внесення біопрепарату, середнє за роки досліджень

Показники структури врожаю	Фактор А (застосування Граундфіксу)	Фактор В (система основного обробітку ґрунту)				Середнє для фактора А	НІР _{0,05} для фактора А
		традиційна	консервальна	мульчвальна	міні-тіл		
Густина стояння рослин, тис. шт./га	Граундфікс, 10 л/га	600,0	541,7	566,7	508,3	554,2	34,1
	Граундфікс, 5 л/га	525,0	541,7	533,3	500,0	525,0	
	Контроль	441,7	441,7	466,7	483,3	458,3	
	середнє для фактора В	522,2	508,3	522,2	497,2		
	НІР _{0,05} для фактора В	39,4					
Висота рослин см	Граундфікс, 10 л/га	72,1	76,0	73,4	71,3	73,2	3,8
	Граундфікс, 5 л/га	90,5	79,6	79,9	79,0	82,2	
	контроль	87,2	83,2	73,1	85,3	82,2	
	середнє для фактора В	83,3	79,6	75,5	78,5		
	НІР _{0,05} для фактора В	4,4					
Висота прикріплення нижнього боба, см	Граундфікс, 10 л/га	15,0	14,8	13,4	16,2	14,8	1,0
	Граундфікс, 5 л/га	19,3	15,5	17,1	16,8	17,2	
	контроль	17,6	16,7	15,9	17,5	16,9	
	середнє для фактора В	17,3	15,6	15,4	16,8		
	НІР _{0,05} для фактора В	1,2					
Кількість стеблових вузлів, шт.	Граундфікс, 10 л/га	13,0	12,5	13,2	12,5	12,8	1,1
	Граундфікс, 5 л/га	12,6	13,3	12,0	9,8	11,9	
	контроль	13,2	13,6	12,2	12,6	12,9	
	середнє для фактора В	12,9	13,1	12,5	11,6		
	НІР _{0,05} для фактора В	1,2					
Кількість стеблових вузлів з бобами, шт.	Граундфікс, 10 л/га	10,3	9,8	10,2	9,3	9,9	0,4
	Граундфікс, 5 л/га	9,7	9,8	8,9	9,3	9,4	
	контроль	10,4	10,5	9,2	9,2	9,8	
	середнє для фактора В	10,1	10,0	9,4	9,3		
	НІР _{0,05} для фактора В	0,5					
Кількість бобів на головному стеблі, шт.	Граундфікс, 10 л/га	17,6	17,0	16,8	15,7	16,8	1,5
	Граундфікс, 5 л/га	17,3	18,2	15,1	16,9	16,8	
	контроль	19,2	18,9	13,2	17,3	17,1	
	середнє для фактора В	18,0	18,0	15,0	16,6		
	НІР _{0,05} для фактора В	1,7					
Маса 1000 насінин на головному стеблі, г	Граундфікс, 10 л/га	158,5	187,4	173,6	159,6	169,8	8,4
	Граундфікс, 5 л/га	170,2	184,5	174,2	175,9	176,2	
	Контроль	185,1	159,4	176,1	170,5	172,8	
	середнє для фактора В	171,3	177,1	174,6	168,7		
	НІР _{0,05} для фактора В	9,7					

їхньої дози, ніж від системи обробітку ґрунту. Рівень впливу досліджуваних факторів на величину показників структури врожайності залежить від умов, які склалися у період проведення досліджень.

Наприклад, густина стояння рослин на період збирання, залежно від системи обробітку ґрунту змінювалася в середньому від 497,2 (міні-тіл) до 522,2 тис. шт./га (традиційна система). Застосування біодобрив дало змогу агрофітоценозу збільшити густоту стояння рослин з 458,3 (контроль) до 525,0 тис. шт./га за використання 5 л/га «Граундфіксу» і до 554,2 тис. шт./га – при 10 л/га «Граундфіксу».

Найбільша висота рослин притаманна, відповідно до схеми наших дослідів, варіантам із традиційною системою основного обробітку ґрунту. Застосування «Граундфіксу» у більшості випадків зумовило зменшення висоти рослин.

Від висоти прикріплення нижнього бобу сої залежить якість збирання цієї культури. Застосування «Граундфіксу» сприяло достовірній зміні цього показника.

Застосування «Граундфіксу» практично не впливало на загальну кількість вузлів на рослинах сої та вузлів із бобами. Використання глибокого основного обробітку ґрунту з оборотом пласта (традиційна) чи без нього (консервувальна) забезпечувало в роки досліджень збільшення загальної кількості вузлів на рослинах сої та вузлів із бобами порівняно з мілкими системами обробітку ґрунту, включеними до схеми наших досліджень.

Досліджувані нами елементи технології вирощування сої практично не впливали на зміну маси 1000 насінин на головному стеблі рослин сої.

Отже, можна стверджувати, що, згідно зі схемою наших досліджень, система основного обробітку ґрунту суттєво впливає

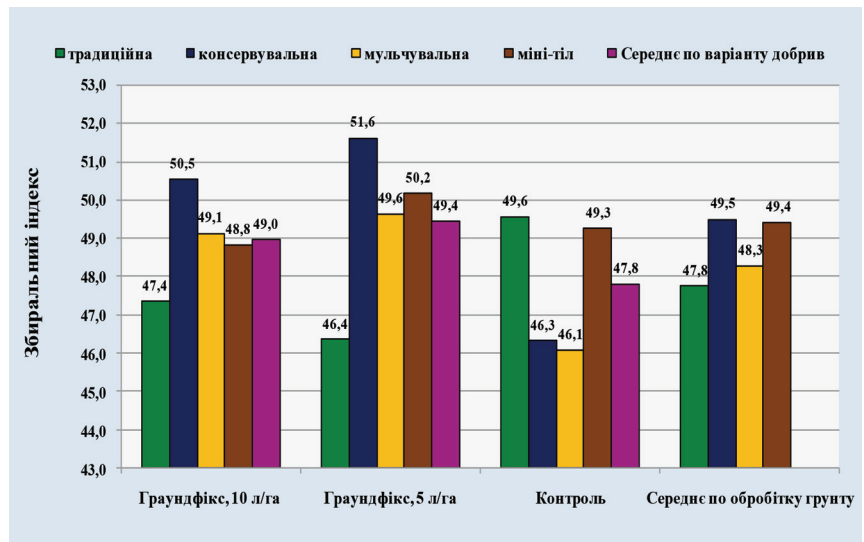


Рисунок 2 – Зміни величини збирального індексу сої залежно від системи основного обробітку ґрунту і застосування біологічних препаратів, середнє за роки досліджень

на висоту рослин, висоту прикріплення нижніх бобів, кількість стеблових вузлів і кількість бобів на головному стеблі, а застосування «Граундфіксу» – на густоту стояння рослин у період збирання, висоту рослин і висоту прикріплення нижніх бобів.

Для характеристики структури врожаю широко застосовується збиральний індекс, відображення частки зерна в загальній масі рослини.

Аналіз отриманих нами експериментальних даних засвідчує, що збиральний індекс сої також залежав від факторів дослідів (рис. 2)

За результатами визначення збирального індексу посівів сої слід зазначити, що найбільшу частку зерна в загальному урожаєві надземної фітомаси формували рослини, де застосувалася консервувальна система обробітку ґрунту.

Використання «Граундфіксу» в технології вирощування сої позитивно вплинуло на величину збирального індексу посівів. Водночас слід зазначити, що за роки проведення наших досліджень вищі показники збирального індексу фіксувалися при використанні 5 л/га біопрепарату.

Обговорення. Стійкість сучасного землеробства ґрунтується на адаптивно-ландшафтній системі його ведення і насамперед на освоєнні біологізованих сівозмін та

інших прийомів [Башков, Бортник, 2012; Prata et al., 2011; Zuffo et al., 2018].

Соя формує високі врожаї за достатнього рівня забезпечення елементами живлення [Mandić et al., 2015]. Тому необхідність отримувати вищі врожаї стимулює розвиток інтенсивних систем удобрення, які б забезпечували рослинам сої в посівах необхідне живлення [Бахмат, 2008; Sale, Campbell, 1986]. Застосування мінеральних добрив разом із обробкою насіння та позакореневим біодобривом значно підвищує показники структури врожайності та самого урожаю [Suciū et al., 2022; Domingos et al., 2019], що підтверджується і нашими дослідженнями, результати яких представлено вище.

Система обробки ґрунту забезпечує фрагментацію ґрунту, циркуляцію води й повітря в ґрунті, сприяє посиленому виділенню елементів живлення та боротьбі з бур'янами [Hosseini et al., 2016]. Однак інтенсивний обробіток ґрунту може погіршити стан навколишнього середовища та прискорює викиди парникових газів. Мінімальний обробіток ґрунту або його відсутність вирішує проблему впливу на структуру ґрунту та ґрунтовий біоценоз [Cassiolato et al., 2001; Cook, 2006]. Системи консервувального обробітку ґрунту, включаючи обробіток ґрунту без обороту скиби, мінімізують вплив на структуру ґрунту й ґрунтову біоту порівняно з традиційним обробітком ґрунту (Hernanz et al., 2009). Окрім того, система обробки ґрунту суттєво впливає на врожайність сої та її структуру – раціональна система основного обробітку позитивно впливає на ґрунт і сприяє зростанню врожайності культурних рослин [Urdā et al., 2021]. Можливості мінімізації глибини обробки ґрунту зростають у ході збільшення забезпечення виробничими ресурсами, добривами, пестицидами, з дотриманням сівозмін та високої культури землеробства [Лебідь та ін., 2011]. Жодна із систем обробки ґрунту не може бути ефективною під усі культури сівозміни, що підтверджує необхідність диференційованого підходу до вибору системи основного

обробітку ґрунту під культури сівозміни [Новохацький, 2017].

Науково-обґрунтоване поєднання раціональної системи обробки ґрунту й оптимізованої системи живлення забезпечує належні умови розвитку фітоценозів сої і максимально можливу реалізацію продуктивності, що підтверджується рівнем біологічної врожайності зерна.

Висновки. 1. Результати наших досліджень свідчать про переваги глибокого обробітку ґрунту для формування біологічного врожаю зерна сої: консервувальна система основного обробітку ґрунту забезпечила формування в середньому 28,0 ц/га зерна, за використання традиційної системи біологічна врожайність становила 27,1 ц/га, 24,4 ц/га – за використання мульчувальної системи і 24,5 ц/га – за використання міні-тілу.

2. Застосування «Граундфіксу» в технології вирощування сої позитивно впливає на зростання рівня біологічної врожайності зерна. Максимальний рівень біологічної врожайності зерна сої – 31,2 ц/га, – відмічено при застосуванні 5 л/га «Граундфіксу» та консервувальної системи обробки ґрунту.

3. Відповідно до досліджень система основного обробітку ґрунту суттєво впливає на висоту рослин, висоту прикріплення нижніх бобів, кількість стеблових вузлів і кількість бобів на головному стеблі, а застосування «Граундфіксу» – на густоту стояння рослин у період збирання, висоту рослин та висоту прикріплення нижніх бобів.

4. Найбільшу частку зерна в загальному урожаї надземної фітомаси формували рослини, де застосовувалася консервувальна система обробки ґрунту. Використання «Граундфіксу» в технології вирощування сої позитивно вплинуло на величину збирального індексу посівів. Водночас слід зазначити, що за роки проведення наших досліджень вищі показники збирального індексу фіксувалися при використанні 5 л/га біопрепарату.

Перелік літератури

- Абашев В. Д., Козлова Л. М. (2005). Сидераты в адаптивном земледелии. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. № 6. С. 169-178.
- Андрієнко А. Л. (2010). Вплив збільшення частки сої в структурі посівних площ та систем удобрення на її урожайність та якість насіння. Корми і кормовиробництво. Вип. 66. С. 128-132.
- Бабич А. А. (1975). Сортовая реакция сои на минеральные и бактериальные удобрения. Бюллетень ВНИИ кукурузы. Вып. 1(37). С. 29-32.
- Бабич А. А., Волощук А. Т., Дидык Н. З. (1982). Особенности технологии возделывания сои в Северной Степи Украины. Пути увеличения производства кормов в Степи Украины. – Днепропетровск, С. 40-47.
- Баранов В. Ф. (1987). Ресурсосберегающие основы интенсивной технологии возделывания сои на Северном Кавказе. Вестник сельскохозяйственной науки. №12. С. 74-80.
- Бахмат О. М. (2008). Використання фотосинтетично активної радіації та формування урожайності сортами сої залежно від способу сівби та удобрення в умовах західного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вип. 63. С. 118-123.
- Башков А. С., Бортник Т. Ю. (2012). Влияние биологизации земледелия на плодородие дерново-подзолистых почв и продуктивность полевых культур. Аграрный вестник Урала. № 1(93). С. 16-19.
- Беседин Н. В., Соколова И. А. (2010). Значение зернобобовых культур на примере сои в современных системах земледелия. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 8 (70). С. 16-19.
- Беседин Н. В., Соколова И. А., Белкин А. А., Кругликов А. Ю. (2009). Гербициды и бобово-ризобияльный аппарат сои на тёмно-серых лесных почвах центрального Черноземья. Вестник Орловского государственного аграрного университета. № 3. С. 45-48.
- Бобро М. А., Огурцова Є. М., Михеев В. Г. (2006). Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів. Корми і кормовиробництво. Вип. 58. С. 231-236.
- Власенко В. В., Паламарчук І. П., Паламарчук І. І., Янович В. П. (2012). Сучасні погляди на використання ефективних мікроорганізмів для покращання травостою злаково-бобових травосумішей. Корми і кормовиробництво. Вип. 74. С. 65-68.
- Григорчук Н. Ф. (2011). Использование сои в вопросе совершенствования структуры посевных площадей. Корми і кормовиробництво. Вип. 69. С. 162-166.
- Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. (2003). Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. «Нічлава». 316 с.
- Дацько А., Гаврилов С. (2020). Граундфікс® – прорив у біотехнологіях. Пропозиція. Режим доступу: <https://prozitsiya.com/ua/graundfiksr-proguv-u-biotehnologiyah>
- Доспехов Б. А. (1985). Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, допол. и перераб. – М.: Агропромиздат. 351 с.
- Євтушок І. М. (1995). Вплив мінеральних добрив і регуляторів росту на накопичення радіоцезію кормовими культурами в умовах радіоактивного забруднення зони Полісся України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.00.32 – екологія. – Житомир, 25 с.
- Камінський В. Ф., Мосьонз Н. П. (2010). Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вип. 67. С. 45-50.
- Лабутова Н. М., Лях В. А., Аксенов И. В., Шевченко О. В., Гордон В. Л. (2003). Влияние двойной инокуляции биопрепаратами на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов на продуктивность сои и содержание подвижных форм азота и фосфора в почве ризосферы. Біологічні науки і проблеми рослинництва: Збірник наукових праць

Уманського ДАУ (спеціальний випуск). – Умань: Уманський ДАУ. С. 262-266.

Лебідь Є. М., Льоринець Ф. А., Коцюбан А.І., Ліб І. М. (2011). Вплив системи обробітку ґрунту і добрив на урожайність сої в умовах північного Степу. Корми і кормовиробництво. Вип. 69. С. 173-180.

Новохацький М., Негуляєва Н., Бондаренко О., Гусар І. (2017). Експертиза систем різноглибинного основного обробітку ґрунту при вирощуванні зернових культур. Техніка і технології АПК. № 2 (89). С. 33-37.

Cassiolato A. M. R., Valpassos M. A. R., Alves M. C., Cavalcante E. G. S. (2001). Changes on a microbial activity and soil chemical properties due to different management systems. I World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, 2, 503-507 ref. 12. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013178793>

Cook R. J. (2006). Toward cropping systems that enhance productivity and sustainability. Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA, 103, 49, 18389-18394. Doi: 10.1073/pnas.0605946103

Domingos C. S., Neto M. E., Besen M. R., Costa E. J. O., Batista M. A., Scapim C. A., Braccini A. L. (2019). Foliar applications of phosphorus, calcium, boron and potassium and their impacts on the seed yield and physiological and nutritional qualities of soybean. Emir J. Food Agr. 31 (8): 626-634.

Hernanz J. L., Sánchez-Girón V., Navarrete L. (2009). Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions. Agric Ecosyst Environ 133(1-2): 114- 122.

Hosseini S. Z., Firouzi S., Aminpanah H., Sadeghnejhad H. (2016). Effect of tillage system on yield and weed populations of soybean (*Glycine max* L.). Scielo, The Scientific Electronic Library Online. Available from: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652016000100377&lng=en&tlng=en

Krueger K., Goggi A.S., Mallarino A.P., Mullen R.E. (2013). Phosphorus and potassium fertilization effects on soybean seed qual-

ity and composition. Crop Science, 53(2), 602. Doi:10.2135/cropsci2012.06.0372.

Mandić V., Simić A., Krnjaja V., Bijelić Z., Tomić Z., Stanojković A., Ruzić-Muslić D. (2015). Effect of foliar fertilization on soybean grain yield. Biotechnology in Animal Husbandry, 31(1), 133-143.

Pratap A., Gupta S. K., Kumar J., Solanki R. K. (2011). Soybean. Technological Innovations in Major World. Oil Crops, Vol. 1, 293-321. Doi: 10.1007/978-1-4614-0356-2_12.

Sale P. W. G., Campbell L. C. (1986). Yield and composition of soybean seed as a function of potassium supply. Plant Soil, 96, 317-325.

Singh R., Rai R. K. (2004). Yield attributes, yield and quality of soybean (*Glycine max*) as influenced by integrated nutrient management. Indian Journal of Agronomy, 49(4), 271-274.

Suciu V., Rusu T., Urdă C., Muntean E., Rezi R., Negrea A., Şimon A., Tritean N. (2022). Effect of fertilizers on yield component attributes, yield and quality in soybean crop. AgroLife Scientific Journal. Volume 11, Number 1, P. 221-229.

Urdă C., Suciu L., Păcurar L., Tritean N., Negrea A., Crişan I., Rezi R., Russu F., Tărău A. (2021). Influence of soil tillage system, fertilizer and treatment applied to seeds on soybean chemical composition. Romanian Journal for Plant Protection, Vol. XIV, 17-23.

Yin X. H., Vyn T. J. (2003). Potassium placement effects on yield and seed composition of no-till soybean seeded in alternate row widths. Agron. J., 95, 126-132.

Zuffo A. M., Steiner F., Busch A., Zuffo Júnior J. M., Mendes A. E. S., Oliveira N. T. D., Zambiazzi E. V. (2018). Quality of soybean seeds in response to nitrogen fertilization and inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*. Pesquisa Agropecuária Tropical, 48(3), 261-270.

References

- Abashev V. D., Kozlova L. M. (2005). Green manure in adaptive agriculture. *Agrarian science of the Euro-North-East*. No. 6. S. 169-178.
- Andriyenko A. L. (2010). Influence of soybean share increase in the structure of sowing areas and fertilizing system on its productivity and seed quality. *Feeds and Feed Production*. Issue 66. P. 128-132.
- Babich A. A. (1975). Soybean varietal reaction to mineral and bacterial fertilizers. *Bulletin of the All-Russian Research Institute of Corn*. Issue. 1(37). pp. 29-32.
- Babich A. A., Voloshchuk A. T., Didyk N. Z. (1982). Features of soybean cultivation technology in the Northern Steppe of Ukraine. Ways to increase feed production in the Steppe of Ukraine. – Dnepropetrovsk, pp. 40-47.
- Baranov V. F. (1987). Resource-saving foundations of intensive soybean cultivation technology in the North Caucasus. *Bulletin of agricultural science*. No. 12. pp. 74-80.
- Bakhmat O. M. (2008). The use of photosynthetically active radiation and the formation of productivity by soybean varieties depending on the method of sowing and fertilization in the conditions of the western forest-steppe of Ukraine. *Fodder and fodder production*. Vol. 63. P. 118-123.
- Bashkov A. S., Bortnik T. Yu. (2012). Influence of biologization of agriculture on the fertility of soddy-podzolic soils and the productivity of field crops. *Agrarian Bulletin of the Urals*. No. 1(93). pp. 16-19.
- Besedin N. V., Sokolova I.A. (2010). The importance of leguminous crops on the example of soybeans in modern farming systems. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. No. 8 (70). pp. 16-19.
- Besedin N. V., Sokolova I. A., Belkin A. A., Kruglikov A. Yu. (2009). Herbicides and legume-rhizobial apparatus of soybean on dark gray forest soils of the central Chernozem region. *Bulletin of the Oryol State Agrarian University*. No. 3. S. 45-48.
- Bobro M. A., Orutsov E. M., Mikheev V. G. Soybean productivity depending on the use of biological preparations // *Feeds and Feed Production*. – 2006. – Issue 58. – P. 231-236.
- Vlasenko V. V., Palamarchuk I. P., Palamarchuk I. I., Yanovych V. P. Modern views on the use of effective microorganisms to improve cereal-legume herbage mixtures // *Feeds and Feed Production*. – 2012. – Issue 74. – P. 65-68.
- Grigorchuk N. F. (2011). Soybean use in the matter of improving the structure of sown areas // *Feeds and Feed Production*. – Issue 69. – P. 162-166.
- Hrytsaenko Z. M., Hrytsaenko A. O., Karpenko V. P. (2003). Methods of biological and agrochemical research of plants and soils. K.: «Nichlava». 316 p.
- Datsko A., Gavrilov S. (2020). Groundfix® is a breakthrough in biotechnology. Suggestion. Access mode: <https://propozitsiya.com/ua/groundfixsr-proryv-u-biotehnologiyah>
- Dospekhov B. A. (1985) Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). Ed. 5th, add. and reworked. – M.: Agropromizdat. 351 p.
- Yevtushok I. M. (1995). The influence of mineral fertilizers and growth regulators on the accumulation of radiocesium by fodder crops in the conditions of radioactive contamination of the Polissia zone of Ukraine: Author's Ref. thesis ... candidate of Agricultural Sciences: 06.00.32 – ecology. – Zhytomyr, 25 p.
- Kaminsky V. F., Mosyondz N. P. (2010). Formation of soybean productivity depending on agrotechnical measures in conditions of the northern Forest-Steppe of Ukraine // *Feeds and Feed Production*. – Issue 67. – P. 45-50.
- Labutova N. M., Lyakh V. A., Aksenov I. V., Shevchenko O. V., Gordon V. L. (2003). Influence of double inoculation with biopreparations based on nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing microorganisms on the productivity of soybeans and the content of mobile forms of nitrogen and phosphorus in the soil of the rhizosphere. *Biological sciences and problems of crop production: Collection of scientific works of the Uman State University of Applied Sciences (special issue)*. –

Uman: Uman SAU. P. 262-266.

Lebed E. M., Lerinets F. A., Kotsuban A. I., Lyb I. M. Influence of the system of soil cultivation and fertilization on soybean yield in conditions of the southern Steppe // Feeds and Feed Production. – 2011. – Issue 69. – P. 173-180.

Novohatskyi M., Nehulyayeva N., Bondarenko O., Gusar I. (2017) Examination of various depth primary tillage when growing crops // Engineering and APC technologies. – No 2 (89). – P. 33-37.

Cassiolato A. M. R., Valpassos M. A. R., Alves M. C., Cavalcante E. G. S. (2001). Changes on a microbial activity and soil chemical properties due to different management systems. I World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, 2, 503-507 ref. 12. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013178793>

Cook R. J. (2006). Toward cropping systems that enhance productivity and sustainability. Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA, 103, 49, 18389-18394. Doi: 10.1073/pnas.0605946103

Domingos C. S., Neto M. E., Besen M. R., Costa E. J. O., Batista M. A., Scapim C. A., Braccini A. L. (2019). Foliar applications of phosphorus, calcium, boron and potassium and their impacts on the seed yield and physiological and nutritional qualities of soybean. Emir J. Food Agr. 31 (8): 626-634.

Hernanz J. L., Sánchez-Girón V., Navarrete L. (2009). Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions. Agric Ecosyst Environ 133(1-2): 114- 122.

Hosseini S. Z., Firouzi S., Aminpanah H., Sadeghnejhad H. (2016). Effect of tillage system on yield and weed populations of soybean (*Glycine max* L.). Scielo, The Scientific Electronic Library Online. Available from: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652016000100377&lng=en&tlng=en

Krueger K., Goggi A.S., Mallarino A.P., Mullen R.E. (2013). Phosphorus and potassium fertilization effects on soybean seed quality and composition. Crop Science, 53(2),

602. Doi:10.2135/cropsci2012.06.0372.

Mandić V., Simić A., Krnjaja V., Bijelić Z., Tomić Z., Stanojković A., Ruzić-Muslić D. (2015). Effect of foliar fertilization on soybean grain yield. Biotechnology in Animal Husbandry, 31(1), 133-143.

Pratap A., Gupta S K., Kumar J., Solanki R.K. (2011). Soybean. Technological Innovations in Major World. Oil Crops, Vol. 1, 293-321. Doi: 10.1007/978-1-4614-0356-2_12.

Sale P. W. G., Campbell L. C. (1986). Yield and composition of soybean seed as a function of potassium supply. Plant Soil, 96, 317-325.

Singh R., Rai R.K. (2004). Yield attributes, yield and quality of soybean (*Glycine max*) as influenced by integrated nutrient management. Indian Journal of Agronomy, 49(4), 271-274.

Suciu V., Rusu T., Urdă C., Muntean E., Rezi R., Negrea A., Şimon A., Tritean N. (2022). Effect of fertilizers on yield component attributes, yield and quality in soybean crop. AgroLife Scientific Journal. Volume 11, Number 1, P. 221-229.

Urdă C., Suciu L., Păcurar L., Tritean N., Negrea A., Crişan I., Rezi R., Russu F., Tărău A. (2021). Influence of soil tillage system, fertilizer and treatment applied to seeds on soybean chemical composition. Romanian Journal for Plant Protection, Vol. XIV, 17-23.

Yin X. H., Vyn T. J. (2003). Potassium placement effects on yield and seed composition of no-till soybean seeded in alternate row widths. Agron. J., 95, 126-132.

Zuffo A. M., Steiner F., Busch A., Zuffo Júnior J. M., Mendes A. E. S., Oliveira N. T. D., Zambiazzi E. V. (2018). Quality of soybean seeds in response to nitrogen fertilization and inoculation with *Bradyrhizobium japonicum*. Pesquisa Agropecuária Tropical, 48(3), 261-270.

UDC 633.34

CHANGES IN THE SIZE AND STRUCTURE OF THE BIOLOGICAL YIELD OF SOYBEAN UNDER OPTIMIZATION OF THE FEEDING MODE AND DIFFERENT SYSTEMS OF MAIN TILLAGE

Novokhatskyi M., Candidate of Agricultural Sciences, Docent,
<https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>, e-mail: novokhatskyi@ukr.net,
Leonid Pogorilyy UkrNDIPVT

Panchenko T., Candidate of Agricultural Sciences, Docent,
<https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>, e-mail: panchenko.taras@gmail.com,
Bila Tserkva National Agrarian University

Summary

The purpose of the research work is to determine the influence of the soil cultivation system and the Groundfix biofertilizer on the size and structure of the biological yield of soybeans and to justify the feasibility of using the Groundfix biofertilizer in the technology of growing soybeans using different systems of the main soil cultivation in the conditions of the forest-steppe of Ukraine.

Methods. *Field experiments were conducted in 2017-2019 in the five-field research crop rotation of L. Pohorilyy UkrNDIPVT (Kyiv agro-soil district of Right Bank Forest Steppe). Factors of the experiment: factor A – use of the phosphate- and potassium-mobilizing biopreparation Groundfix (A_1 – Groundfix, 10 l/ha; A_2 – Groundfix, 5 l/ha; A_3 – control (without the use of the drug); factor B – soil cultivation system (B_1 – traditional, B_2 – preserving, 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 its structure.

The results. *The leader in the level of formation of the biological yield of soybean grain on average over the years of our research was the preservation system of the main tillage, which ensured the formation of an average of 2.80 t/ha of grain. The use of other systems of the main soil cultivation, among the ones we studied, caused a decrease in the level of biological yield to 2.71 t/ha when using the traditional system, 2.44 t/ha when using mulching, and to 2.45 t/ha when using mini-till. The given data indicate the advantages of deep tillage for the formation of a biological crop.*

The use of Groundfix in the technology of growing soybeans has a positive effect on the growth of the level of biological yield of grain. The maximum level of biological yield of soybeans – 3.12 t/ha – was noted by us on the variant with the use of 5 l/ha of Groundfix and the preservation system of tillage.

Within the scheme of our research, the main tillage system has a significant effect on plant height, the height of attachment of lower beans, the number of stem nodes and the number of beans on the main stem, and the use of Groundfix on the density of plant standing during the harvest period, plant height and height of attachment of lower beans.

The use of Groundfix in the technology of growing soybeans had a positive effect on the value of the harvesting index of crops. During the years of our research, the highest indicators of the harvesting index were recorded by us when using 5 l/ha of Groundfix and the preservation system of soil cultivation.

Conclusions. *1. The results of our research indicate the advantages of deep tillage for the formation of a biological crop of soybeans: the conservation system of the main tillage ensured the formation of an average of 2.80 t/ha of grain, when using the traditional system, the biological yield was 2.71 t/ha, 2.44 t/ha – for the use of a mulching system and 2.45 t/ha – for the use of a mini-till.*

2. The use of Groundfix in the technology of growing soybeans has a positive effect on the growth of the level of biological yield of grain. The maximum level of biological yield of soybeans – 3.12 t/ha

- was noted by us on the variant with the use of 5 l/ha of Groundfix and the preservation system of tillage.

3. Within the framework of our research, the main tillage system significantly affects the height of plants, the height of attachment of lower beans, the number of stem nodes and the number of beans on the main stem, and the use of Groundfix - on the density of plant stands during the harvesting period, plant height and attachment height bottom beans.

4. The largest share of grain in the total crop of above-ground phytomass was formed by plants on variants with the use of a conservation tillage system. The use of Groundfix in the technology of growing soybeans had a positive effect on the value of the harvesting index of crops. At the same time, it should be noted that during the years of our research, we recorded higher indicators of the harvesting index when using 5 l/ha of biological preparation.

Key words: soybean, tillage, biological yield, harvesting index.