

УДК 633:631.147:631.51(043.2)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.32>

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ ОРГАНІЧНОЇ СОЇ ЗАМІНІМАЛІЗАЦІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Юркевич Є.О.** – д.с.-г.н.,

професор кафедри польових і овочевих культур,

Одеський державний аграрний університет

**Флакей В.В.** – аспірант агробіотехнологічного факультету,

Одеський державний аграрний університет

В даній статті наведено результати дослідження ефективності різних технологій вирощування органічної сої за мінімалізації основного обробітку в умовах Лісостепу України. Органічні технології вирощування культур, на даний час, є прогресивним кроком вперед до покращення та здешевлення собівартості вирощеної продукції, без завдання шкоди агрофітоценозу та навколишньому середовищу. «Нульовий обробіток» ґрунту або пряма сівба стоїть також на одній сходині з біо-технологіями, так як мінімізує виникнення й розвиток ерозійних процесів та втрати органічної речовини, проте в силу певних особливостей було малоймовірно їх об'єднання. Науковий прогрес аграрної галузі і майбутній розвиток сектору АПК в світі та Україні потребує більш вдосконалених систем та технологій, які б могли дозволити безпечно інтенсифікувати аграрне виробництво без негативних наслідків на ґрунт, як основний виробничий комплекс та навколишнє середовище, тому було вирішено дослідити інтеграцію вирощування еко-продукції в розрізі прямої сівби. Для цього було обрано сою, як одну із найбільш важливих та рентабельних культур на внутрішньому та світовому ринку, а також за її харчові особливості та важливе агротехнічне значення у сівозміні, як доброго попередника під переважну більшість сільськогосподарських культур. Дослідження проводилися у двохфакторному досліді, де за різних систем основного обробітку ґрунту: полицевої – оранка на глибину 25 см, безполицевої: – глибоке розпушування на 25 см і без обробітку – пряма сівба вивчалися системи біологічного захисту та удобрення: рекомендованої, ТМ «БТУ-центр» та ТМ «N-ZIMagro». Встановлено, що за умов 2021–2022 сільськогосподарського року, агрофітоценоз органічної сої за прямою сівбою, поступається за рівнем продуктивності агрофітоценозу органічної сої за системою полицевої та безполицевої обробітку ґрунту на 22,7–30,4%. Однак, в цілому інтеграція технологій БТУ-центру та N-ZIMagro за прямою сівбою, що є пріоритетним в органічному землеробстві, потребує додаткових досліджень з метою пошуку факторів підвищення продуктивності органічної сої за підвищення енергетичної ефективності і отримання екологічно чистої продукції.

**Ключові слова:** соя, органічне землеробство, біологічний захист, органічні добрива, основний обробіток, система обробітку, пряма сівба.

### **Yurkevych Ye.O., Flakei V.V. Productivity of organic soybean crops using zero tillage in the Forest-Steppe zone of Ukraine**

This article presents the results of a study of the effectiveness of various technologies for growing organic soybeans with the minimization of the main cultivation in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. Currently, organic crop cultivation technologies are a progressive step forward to improve and reduce the cost of grown products, without harming the agrophytocenosis and the environment. "Zero tillage" of the soil or direct seeding is also on the same level as biotechnologies, as it minimizes the occurrence and development of erosion processes and the loss of organic matter; however, due to certain features, their unification was unlikely. The scientific progress of the agricultural industry and the future development of the agricultural sector in the world and in Ukraine requires more advanced systems and technologies that could allow for the safe intensification of agricultural production without negative consequences for the soil, as the main production complex and the environment, therefore it was decided to investigate the integration of growing eco-products in the section of direct sowing. Soy was chosen for this, as one of the most important and profitable crops on the domestic and world market, as well as for its nutritional characteristics and important agrotechnical importance in crop rotation, as a good predecessor for the vast majority of agricultural crops. The research was carried out in a two-factor experiment, where under different systems of the main soil cultivation: shelf – plowing to

*a depth of 25 cm, shelfless: –, deep loosening by 25 cm and no tillage – direct sowing, biological protection and fertilization systems were studied: the recommended, TM "BTU-centr" and TM "N-ZIMagro". It was established that under the conditions of the 2021–2022 agricultural year, the agrophytocenosis of organic soybeans against the background of direct sowing is inferior in terms of productivity to the agrophytocenosis of organic soybeans under the system of shelf and shelf-less tillage by 22.7–30.4%. However, in general, the integration of technologies of the BTU center and N-ZIMagro of direct sowing, which is a priority in organic agriculture, requires additional research in order to find factors for increasing the productivity of organic soybeans for increasing energy efficiency and obtaining environmentally friendly products.*

**Key words:** soybean, zero tillage, organic farming, bio-preparations, conventional tillage, tillage system.

**Постанова проблеми.** Сьогоднішні тенденції розвитку агропромислового комплексу спрямовані на заощадження енергетичних витрат при вирощуванні сільськогосподарських культур та запобігання деградації ґрунтів і поліпшення екологічного стану навколишнього середовища. Адже земля є ресурсом інтенсивного користування і від рівня її продуктивності та збереженості залежать кількість і якість отриманої продукції, а, отже, і прибуток господарства та наповненість продовольчих полиць в цілому. Рух в бік зменшення витрат на вирощування сільськогосподарських культур також викликаний підвищенням цін на ПММ, а класичні полицеві системи обробітку ґрунту з кожним роком все менше впливають на збільшення врожайності рослин, і тим паче негативно впливають на фізико-механічні властивості ґрунтів. Інтенсивний обробіток полів зумовлює збільшення ерозійних процесів, погіршення водоутримуючих властивостей та втрати органічної речовини. Окрім цього, традиційні системи обробітку ґрунту вимагають більшої кількості агротехнічних заходів та витраченого часу, який міг би бути використаний з користю в інших напрямках роботи господарства. Тому все більш популярнішою стає система обробітку ґрунту No-till, як енергоощадна та забезпечуючи збереження та відновлення родючості ґрунтів та їх надійний захист від проявів ерозії [1–6].

Ще одним напрямком є застосування органічної технології. Якщо розглядати її більш детально, то можна побачити, що практичність визначається в застосуванні біологічних засобів захисту рослин та системи удобрення, які дешевші за свої хімічні аналоги, не викликають резистентності у шкідників, і тим самим не потребують розробки нових складних формул та збільшення норм, що призводить до додаткових витрат, не акумулюються в ґрунтового розчині, надаючи шкоду біоті ґрунту, а навпаки наповнюють її додатковими корисними грибами та бактеріями, тим самим покращуючи біологічні показники родючості [1–8, 11].

Колаборація цих методів вирощування сільськогосподарських рослин являється не футуристичним уявленням, а радше, раціональною необхідністю для безперешкодної інтенсифікації аграрного виробництва, яке забезпечує зростаюче населення необхідними продуктами. Дані технології, в більшості випадків, задовольняють потреби та вимоги сучасних фермерів. Тому поєднання цих елементів має великий потенціал і перспективу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Огляд публікацій за даною тематикою, демонструє збільшення зацікавленості у науковців до поєднання органічної технології з мінімалізацією обробітку ґрунту і навіть прямою сівбою без попереднього обробітку ґрунту. В даному напрямку активно працюють дослідники Північної та Південної Америки, Європи, а також, в останній час, цю тематику починають освоювати і українські вчені аграрії. Цьому сприяють досягнення в селекції, біо- і мікротехнології та новітній техніці. В закордонному досвіді, окрім застосування біологічних препаратів, активно застосовують покривні культури,

які дозволяють суттєво зменшувати чисельність бур'янів, виключаючи використання гербіцидів. Дослідження американських та європейських вчених показують, що урожайність сої не змінюється, а інколи і вища, за прямої сівби, на противагу традиційному, а забур'яненість мало впливає на показники. А враховуючи, що попередником, в більшості досліджень, виступає кукурудза, то не залишається сумніву, про правильність обраного напрямку [1–8].

Також основною цілю закордонних і вітчизняних дослідників є зменшення пестицидного навантаження на агрофітоценоз та навколишнє середовище. Ця проблема гостро стала в останнє десятиліття, адже висока врожайність залежить від захисту рослин. Шлях із застосуванням хімічних ЗЗР та мінеральних добрив у інтенсифікації сільськогосподарського виробництва радше є тимчасовим рішенням проблеми, ніж постійним інструментом, так як з часом, це погіршує ґрунтові умови, і на сьогоднішній день є економічно та ресурс затратними [1–8].

**Постановка завдання.** Дослідження з вирощування органічної сої за різних систем основного обробітку ґрунту були проведені згідно загально прийнятої методики досліджень в 2021–2022 роках в умовах Калинівського району, Вінницької області. Основним завданням було порівняти продуктивність органічної сої за умов систем полицевого і безполицевого основного обробітку ґрунту прямої сівби, із застосуванням біо-препаратів з захисту рослин та удобрення. В процесі дослідження проводились також супутні спостереження за ростом та розвитком рослин [9–10].

Попередником сої у досліді була озима пшениця, як один із основних попередників в регіоні. При підборі сорту велика увага приділялась тривалості вегетаційного пкріоду та пристосованості до вирощування за технологією прямої сівби. Тому вибір впав на ранній сорт канадської селекції «Богеміанс». Посів культури відбувався з нормою 600 тис. насінин на га., з міжряддям 70 см.

Також в процесі проведення дослідження порівнювались 3 технології біологічного захисту та догляду за культурами, одна із яких була адаптована з самого основного набору біопрепаратів і двох рекомендаційних, з розширеним комплексом БТУ-центру та N-ZIMagro.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Фактори, що досліджувалися в досліді, мали певний вплив на ріст і розвиток рослин сої протягом вегетаційного періоду.

Спостереження за впливом систем основного обробітку ґрунту та технологій органічного захисту та удобрення сої на польову схожість, не встановили суттєвої дії на цей показник при заміні полицевої оранки на 25 см безполицевим обробітком на ту ж саму глибину (табл. 1). Однак при застосуванні прямої сівби в досліді спостерігається тенденція до зменшення показника польової схожості сої по всіх варіантах біологічного захисту та удобрення у порівнянні з оранкою та безполицевим обробітком, особливо у варіанті з рекомендованою технологією де цей показник поступався контрольному варіанту на 21,5 шт/м<sup>2</sup> або 3,5%.

Протягом вегетації рослин сої за основними фазами її розвитку відбулися певні зміни у рості і накопиченні сухої речовини рослинами (табл. 2). Нами доведено позитивний вплив технологій БТУ-центру та N-ZIMagro у варіантах із системою полицевого та безполицевого основного обробітку на ріст та накопичення сухої маси рослин сої протягом вегетації. Так у фазу повної стиглості ці показники перевищували варіант із рекомендованою технологією з системою полицевого основного обробітку ґрунту відповідно на 4,8–4,5% та 0,5–0,6%, а з системою безполицевого основного обробітку ґрунту 4,1–3,9% та 0,3–0,4%. У варіанті

із прямою сівбою ефективність технологій БТУ-центру та N-ZIMagro зменшилася де ці показники у порівнянні з рекомендованою технологією на тлі полицевої системи основного обробітку ґрунтуперевищували варіант із рекомендованою технологією відповідно лише на 1,5–1,3%, а за сухою масою навіть поступалися на 0,9–1,0%. Однак, і у варіанті із прямою сівбою нами встановлена певна тенденція щодо переваги технологій БТУ-центру та N-ZIMagro у порівнянні з рекомендованою технологією.

Таблиця 1

## Польова схожість сої, 2022 р.

Фактор А	Фактор В	Густина стояння рослин, тис.шт/га	Польова схожість, %
Оранка на 25 см (контроль)	Рекомендована технологія (контоль)	514,0	85,6
	БТУ-центр	521,7	86,9
	N-ZIM agro	521,1	86,8
Безполицевий обробіток на 25 см	Рекомендована технологія	512,1	85,3
	БТУ-центр	521,2	86,8
	N-ZIM agro	520,2	86,7
Пряма сівба	Рекомендована технологія	492,5	82,1
	БТУ-центр	513,3	85,5
	N-ZIM agro	512,1	85,3

Таблиця 2

## Динаміка росту та накопичення сухої речовини сої

Фактор А	Фактор В	Накопичення сухої маси та довжина стебла									
		Фаза гілкування		Фаза цвітіння		Фаза плодоутворення		Фаза наливу насіння		Фаза повної стиглості	
		Суха маса, г/м <sup>2</sup>	Довжина рослин, см	Суха маса, г/м <sup>2</sup>	Довжина рослин, см	Суха маса, г/м <sup>2</sup>	Довжина рослин, см	Суха маса, г/м <sup>2</sup>	Довжина рослин, см	Суха маса, г/м <sup>2</sup>	Довжина рослин, см
Оранка на 25 см (контроль)	Рекомендована технологія (контоль)	156	17,1	414,5	34,2	652,5	53,1	1028,5	63,4	866,5	71,1
	БТУ-центр	161	17,6	422,5	34,7	659,5	53,6	1033	64,2	870	74,5
	N-ZIM agro	159,5	17,5	421	34,6	658	53,4	1031	64,2	871	74,3
Безполицевий обробіток на 25 см	Рекомендована технологія	155	16,9	412,5	33,9	651	52,6	1026,5	62,8	862,5	71
	БТУ-центр	160	17,3	421	34,1	658,5	53,3	1031,5	63,5	869,5	74
	N-ZIM agro	158,5	17,3	419,5	34,1	656,5	53,2	1029,5	63,5	870	73,9
Пряма сівба	Рекомендована технологія	147,5	15,8	403	32,4	644	51,8	1014,5	61,3	835	69,8
	БТУ-центр	155,5	16,4	418	33,3	653	52,7	1029	62,7	859	72,2
	N-ZIM agro	153,5	16,4	416,5	33,2	651	52,7	1027,5	62,7	858,5	72,0

Таблиця 3

## Загальна кількість та маса бульбочок на 1 рослині

Фактор А	Фактор В	Фаза росту та розвитку культури							
		Фаза гілкування		Фаза цвітіння		Фаза наливу насіння		Фаза повної стиглості	
		Кількість, шт.	Маса, г.	Кількість, шт.	Маса, г.	Кількість, шт.	Маса, г.	Кількість, шт.	Маса, г.
Оранка на 25 см (контроль)	Рекомендована технологія (контроль)	25,8	0,64	29,4	0,93	38,3	1,24	22,5	0,50
	БТУ-центр	26,9	0,68	30,2	0,96	40,2	1,26	23,3	0,52
	N-ZIM agro	26,8	0,68	30,2	0,96	40,0	1,26	23,3	0,52
Безполицевий обробіток на 25 см	Рекомендована технологія	25,5	0,63	29,1	0,91	38,0	1,20	22,2	0,48
	БТУ-центр	26,8	0,67	30,0	0,94	40,0	1,24	23,0	0,50
	N-ZIM agro	26,6	0,67	29,9	0,94	40,0	1,24	23,0	0,50
Пряма сівба	Рекомендована технологія	22,3	0,56	25,6	0,82	35,2	1,16	21,0	0,43
	БТУ-центр	23,2	0,58	26,1	0,84	36,3	1,18	21,2	0,45
	N-ZIM agro	23,1	0,58	26,1	0,84	36,2	1,18	21,1	0,45

Аналогічна закономірність спостерігається в досліді і за впливом систем основного обробітку, прямої сівби і технологій біологічного захисту та добрив на кількість і масу бульбочок на 1 рослині (табл. 3). Так протягом вегетаційного періоду встановлена позитивна дія технологій БТУ-центру та N-ZIMagro у порівнянні з рекомендованою технологією (контроль), однак ефективність цих технологій була відмінна в залежності від системи основного обробітку ґрунту та застосування прямої сівби. Найбільшими були показники кількості і маси бульбочок на 1 рослині в досліді саме при застосуванні технологій БТУ-центру та N-ZIMagro у варіанті із системою полицевого основного обробітку ґрунту. Не суттєво поступався і варіант із системою безполицевого основного обробітку ґрунту, де ці показники були майже однакові. У той же час, варіант з прямою сівбою за кількістю бульбочок та їх масою при застосуванні технологій БТУ-центру та N-ZIMagro поступався у порівнянні з варіантом із системою полицевого та безполицевого основного обробітку ґрунту у фазу повної стиглості відповідно на 2,1–2,2 та 1,8–1,9 шт., а за їх масою – на 0,07 г за технологією БТУ-центру та на 0,05 г за технологією N-ZIMagro.

В залежності від систем основного обробітку та технологій біологічного захисту і удобрення в досліді відбулися також істотні зміни у структурних елементах урожаю насіння сої (табл. 4). Так, в досліді застосування технологій БТУ-центру та N-ZIMagro забезпечило найкраще формування елементів структури урожаю насіння сої на тлі системи полицевого основного обробітку ґрунту. Така саме закономірність у формуванні елементів структури урожаю сої спостерігається і у варіанті з системою безполицевого основного обробітку ґрунту, де вони маже не відрізняються суттєво між собою.

Таблиця 4

## Структура урожаю сої в досліді, 2022 р.

Фактор А	Фактор В	Кількість, шт.		Маса, г.	
		Бобів на рослині	Насінин на рослині	Насінин на рослині	1000 насінин
Оранка на 25 см (контроль)	Рекомендована технологія (контроль)	26	42	5,19	123,6
	БТУ-центр	26	42	5,46	130,0
	N-ZIM agro	26	42	5,41	128,9
Безполицевий обробіток на 25 см	Рекомендована технологія	25	40	4,88	122,1
	БТУ-центр	25	40	5,14	128,5
	N-ZIM agro	25	40	5,12	127,9
Пряма сівба	Рекомендована технологія	23	36	3,84	106,7
	БТУ-центр	23	36	4,11	114,0
	N-ZIM agro	23	36	4,09	113,5
НІР <sub>0,5</sub> фактор А				<b>0,04</b>	<b>0,45</b>
НІР <sub>0,5</sub> фактор В				<b>0,04</b>	<b>0,45</b>
НІР <sub>0,5</sub> фактор АВ				<b>0,07</b>	<b>0,78</b>

У той же час у варіанті з прямою сівбою вплив технологій БТУ-центру та N-ZIMagro на формування елементів структури урожаю сої сповільнився і вони поступалися варіантам з обробітком ґрунту за кількістю бобів і насінин на рослині, а також за їх масою та масою 1000 насінин.

Безумовно, зміни, які відбулися у формуванні елементів структури урожаю рослин вплинули в цілому і на продуктивність агрофітоценозу сої в досліді (табл. 5).

За погодних умов 2021–2022 сільськогосподарського року в досліді не встановлена суттєва різниця між варіантами із застосуванням технологій БТУ-центру та N-ZIMagro, як за полицевої так і безполицевої системи основного обробітку ґрунту у порівнянні з рекомендованою технологією (НІР<sub>0,5</sub> для взаємодії АВ=0,39 т/га). Однак, застосування прямої сівби в досліді, призвело до суттєвого зменшення урожайності насіння сої по всіх технологіях захисту та удобрення.

Встановлено що варіанти технологій БТУ-центру та N-ZIMagro із прямою сівбою сої істотно поступалися за рівнем врожайності варіантам із системою полицевого основного обробітку ґрунту відповідно на 0,6 т/га, або на 26,1%, а із системою безполицевого основного обробітку ґрунту на 0,5 т/га, або на 22,7%.

**Висновки та пропозиції.** На підставі проведених наукових досліджень і отриманих результатів, можна зробити попередні висновки, що за умов 2021–2022 сільськогосподарського року, агрофітоценоз органічної сої на тлі прямої сівби, поступається за рівнем продуктивності агрофітоценозу органічної сої за системою полицевого та безполицевого обробітку ґрунту на 22,7–30,4%. Однак, в цілому інтеграція технологій БТУ-центру та N-ZIMagro за прямої сівби, що є пріоритетним в органічному землеробстві, потребує додаткових досліджень з метою пошуку факторів підвищення продуктивності органічної сої за підвищення енергетичної ефективності і отримання екологічно чистої продукції.

Таблиця 5

## Урожайність насіння сої, т/га, 2022 р.

Фактор А	Фактор Б	Урожайність, т/га	Відхилення від контролю, +/-	
			т/га	%
Оранка на 25 см (контроль)	Рекомендована технологія (контроль)	2,3	-	-
	БТУ-центр	2,4	+ 0,1	+ 4,3
	N-ZIM agro	2,4	+ 0,1	+ 4,3
Безполицевий обробіток на 25 см	Рекомендована технологія	2,1	- 0,2	- 8,7
	БТУ-центр	2,2	- 0,1	- 4,3
	N-ZIM agro	2,2	- 0,1	- 4,3
Пряма сівба	Рекомендована технологія	1,6	- 0,7	- 30,4
	БТУ-центр	1,7	- 0,6	- 26,1
	N-ZIM agro	1,7	- 0,6	- 26,1
НІР <sub>0,5</sub> фактор А		<b>0,23</b>		
НІР <sub>0,5</sub> фактор В		<b>0,23</b>		
НІР <sub>0,5</sub> фактор АВ		<b>0,39</b>		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. No-Till is better choice for soybean after corn | integrated crop management. Integrated Crop Management. URL: <https://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2009/03/no-till-better-choice-soybean-after-corn> (date of access: 30.03.2023).
2. Organic soybean producer scan become petitive using little ornotillage MARCH 30, 2020. URL: No-Till is better choice for soybean after corn | integrated crop management. Integrated Crop Management. URL: <https://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2009/03/no-till-better-choice-soybean-after-corn> (дата звернення: 20.03.2023).
3. Soybean in No-Till Cover-Crop Systems. MDPI. URL: <http://www.mdpi.com/2073-4395/9/12/883> (дата звернення: 20.03.2023).
4. Effect of organic farming on the restoration of soil quality, ecosystem services, and productivity in rice-wheat agro-ecosystems. Frontiers. URL: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.972394> (дата звернення: 20.03.2023).
5. No-till Farming and the Environment: Do No-Till Systems Require M...: Ingenta Connect. Home Page. URL: <https://doi.org/10.1564/23aug02> (дата звернення: 20.03.2023).
6. Overview of Organic Cover Crop-Based No-Tillage Technique in Europe: Farmers' Practices and Research Challenges. MDPI. URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture7050042> (дата звернення: 20.03.2023).
7. Conservation Agriculture as a Sustainable System for Soil Health: A Review. MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/2571-8789/6/4/87> (дата звернення: 20.03.2023).
8. ORGANIC FARMING AND CONSERVATION TILLAGE INFLUENCED SOIL HEALTH COMPONENT URL: [https://www.researchgate.net/publication/339884547\\_ORGANIC\\_FARMING\\_AND\\_CONSERVATION\\_TILLAGE\\_INFLUENCED\\_SOIL\\_HEALTH\\_COMPONENT](https://www.researchgate.net/publication/339884547_ORGANIC_FARMING_AND_CONSERVATION_TILLAGE_INFLUENCED_SOIL_HEALTH_COMPONENT) (дата звернення: 20.03.2023).
9. Основи органічного рослинництва: навч. посіб. / В. Пиндус та ін. Київ : Науково-метод. центр ВФПО, 2022. 326 с.

10. Навчальний посібник з дисципліни «Методика наукових досліджень в агрономії» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця: ТВОРИ. 2020. 204 с.
  11. Основи органічного рослинництва: навч. посіб. / В. Пиндус та ін. Київ : Науково-метод. центр ВФПО, 2022. 326 с.
  12. Органічне землеробство в Україні: не завдяки, а всупереч? 16 жовтня 2009. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/1853837.html>(дата звернення: 20.03.2023).
-