

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА УРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ СОРТІВ СОЇ ЗА ТРАДИЦІЙНОЇ ТА ОРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ

М. Б. Грабовський, Ю. В. Федорук, Т. О. Грабовська, М. В. Лозінський, Л. А. Козак

Білоцерківський національний аграрний університет, пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117

Актуальність. Однією з альтернатив інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є впровадження нових екологічних технологій, які спрямовані на реалізацію природного потенціалу агрофітоценозів і ґрунтуються на ефективному використанні їх біологічних можливостей. Зміни клімату та розповсюдження екологізації в сільському господарстві створюють передумови для добору сортів сої різних груп стиглості та вивчення їх потенціалу продуктивності і якісних показників зерна за різних технологій вирощування. **Мета роботи.** Оцінка сортів сої за урожайністю та якісними показниками зерна за традиційної та органічної технологіями вирощування. **Методи.** Польовий, лабораторний, математичний, статистичний аналіз. **Результати.** Встановлено, що врожайність зерна у середньоранньостиглих сортів сої (Еверест, ЕС Професор і ДХ530) становила за традиційної технології 2,88 т/га, за органічної – 2,24 т/га, а у середньостиглих сортів (Вінздор, ЕС Палладор і Емперор) – 3,25 і 2,44 т/га, що на 0,38 і 0,20 т/га більше порівняно з середньо-ранньостиглими сортами. Різниця у врожайності зерна між традиційною і органічною технологіями становила у середньоранньостиглих сортів 0,63 т/га, а у середньостиглих – 0,81 т/га. В середньому за два роки досліджень вміст протеїну в зерні сої становив 39,8–42,5 %, жиру – 20,1–21,7 %, вологість – 11,7–13,9 %. За рахунок вищої урожайності зерна сої за традиційної технології вихід протеїну був у межах 1,11–1,42 т/га, а жиру – 0,57–0,72 т/га, що на 21,0–24,7 і 21,5–25,6 % більше ніж за органічного вирощування. Між врожайністю зерна та вмістом протеїну встановлений вище середнього рівень взаємозв'язку – $r=0,69$ і $0,78$ за традиційного і органічного вирощування, а між урожайністю та вмістом жиру залежність мала високий рівень ($r = 0,97$ і $0,95$). **Висновки.** Якісні показники (вміст протеїну і жиру) та вологість зерна сої залежали від сортових особливостей та погодних умов року і не змінювалися під впливом технології вирощування. Сорт сої Емперор мав максимальні показники урожайності зерна (3,35 і 2,47 т/га), вихід протеїну (1,42 і 1,05 т/га) і жиру (0,72 і 0,54 т/га), відповідно за традиційної та органічної технологій вирощування. Тому даний сорт можна рекомендувати для вирощування за обох технологій.

Ключові слова: соя, продуктивність, вміст протеїну, вміст жиру, вологість зерна

Вступ. В Україні соя (*Glycine max* (L.)) займає провідні позиції як експортно орієнтована та кормова культура, а також має стратегічно важливе значення в забезпеченні продовольчої та економічної безпеки країни. Причиною цього стали зміни у структурі харчування людей розвинених країн, а також збільшення чисельності населення в країнах Азії та стрімкий розвиток галузі тваринництва у Європейському союзі. Це вплинуло на зростання глобального попиту на сою та пе-

реорієнтацію багатьох країн на її вирощування [1]. Проблема забезпечення та підвищення якості білкової рослинної продукції актуальна для всіх країн. Від її вирішення значною мірою залежить успіх та ефективність сільського господарства та економіки [2].

За останні 50 років розширилася географія вирощування сої, кількість країн, що її культивують, зросла до 91, значно збільшилися площі ріллі, що відводяться під цю куль-

Інформація про авторів:

Грабовський Микола Борисович, доктор с.-г. наук, професор, професор кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин, e-mail: nikgr1977@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>

Федорук Юрій Васильович, канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин, e-mail: fedoruky_4@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>

Грабовська Тетяна Олександрівна, канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри прикладної екології та екотрофології, e-mail: grabovskatatiana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6995-9314>

Лозінський Микола Владиславович, кандидат с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри генетики, селекції і насінництва с.-г. культур, e-mail: lozinsk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>

Козак Леонід Андрійович, канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин, e-mail: kla59@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7770-9734>

туру. У багатьох країнах соя займає від 18 до 50 % посівних площ [3]. В 2019 р. Україна посіла дев'яте місце серед країн-виробників сої у світі з показником валового збору в 3,7 млн т [4]. В 2022 р. посівні площі сої в Україні становили 1,5 млн га, а валовий збір – 3,7 млн т [5]. Основне виробництво сої в Україні розміщено у, так званому, «соєвому поясі», до якого входить зона Лісостепу. Так, останніми роками в цій зоні було розміщено 64,5 % посівів сої, Степу – 25,1 %, Поліссі – 10,4 % [6].

За даними науково-дослідного інституту органічного виробництва FiBL у 2020 р. сою вирощували для виробництва органічної продукції на 0,25 млн га, що становить 29 % від загальної площі органічно вирощених олійних культур у всьому світі [7]. При цьому соя, вирощена згідно органічних стандартів, становить менше 0,1 % від загального світового виробництва цієї культури. Останнім часом у світі спостерігається поступове зростання виробництва органічно вирощеної сої [8].

Подолання негативних наслідків інтенсифікації сільськогосподарського виробництва полягає у створенні нових екологічно спрямованих технологій, які орієнтовані на реалізацію природного потенціалу екосистем і ґрунтуються на ефективному використанні їхніх біологічних можливостей, оптимізуючи взаємодію мікроорганізмів і рослин у агрофітоценозах [9]. Альтернативою традиційному сільськогосподарському виробництву є екологічне господарювання. Головним його завданням є забезпечення людства екологічно безпечними продуктами харчування [10].

Метою органічного сільського господарства є посилення екологічних процесів в екосистемах, які сприяють живленню рослин, але зберігають ґрунт і водні ресурси. Згідно органічних стандартів забороняється використання синтетичних пестицидів, генетично модифікованих організмів і осадів стічних вод у сертифікованому органічному виробництві [11]. За прогнозами органічне рослинництво споживатиме в середньому менше на 39 % енергії та генеруватиме на 77 % менше викидів глобального потепління, 17 % викидів, що руйнують озоновий шар, порівняно з традиційним [12].

Основними проблемами органічної си-

стеми виробництва є дефіцит азоту та конкуренція культурних рослин з бур'янами і шкідниками [13]. Боротьба з бур'янами часто є проблемою в посівах з органічним вирощуванням тому, що виробники обмежені механічним і біологічним контролем бур'янів, тоді як у традиційному сільському господарстві застосовуються механічні, біологічні та хімічні заходи боротьби з ними [14]. Також спостерігається більша кількість і різноманітність комах на полях з органічним введенням господарювання, порівняно з традиційним [15].

В Україні розробка органічних технологій вирощування є актуальним завданням, адже вони сприятимуть підвищенню природної біологічної активності та відновленню балансу поживних речовин у ґрунті [16]. Також важливим є дослідження органічного виробництва сої. Для широкомасштабного розвитку вітчизняного органічного виробництва цієї культури, безумовно, потрібно сформулювати власну базу органічного насіння [17]. Обмежуючим фактором, що стримує розширення посівних площ і підвищення урожайності сої, є високий рівень забур'яненості полів, який формується під дією антропогенного фактору та біологічних особливостей бур'янів. Тому при вирощуванні сої за органічної системи землеробства необхідно підвищувати загальну культуру землеробства з урахуванням агротехнічного методу боротьби з бур'янами, використання висококонкурентних сортів культури та дозволених заходів [18].

За даними G. Dozet та ін. [19] середня врожайність сої була вищою на 24,09 % за традиційного виробництва порівняно з органічним. Але середня ціна на органічну сою є також вищою на 30–38 %, порівняно з традиційним вирощуванням цієї культури. Згідно M. A. Cavigelli та ін. [20] урожайність сої була у середньому на 19 % нижчою в трьох органічних системах введення рослинництва (2,88 т/га), ніж у традиційних системах (3,57 т/га), що пояснюється високою конкуренцією з бур'янами за її органічного вирощування.

Аналіз даних, проведений T. De Ponti та ін. [21], свідчить, що врожайність сільськогосподарських культур становить за органічного вирощування орієнтовно 80 % від

традиційного. Аналіз 362 наборів даних також показав високу варіацію розриву врожайності органічного сільського господарства (стандартне відхилення 21 %). Деякі з цих варіацій є систематичними. Врожайність деяких культур відрізнялася більше ніж у 80 %, наприклад, для сої та інших зернобобових, рису та кукурудзи.

Але за даними інших вчених [22, 23], що порівнювали врожайність сої за традиційного та органічного вирощування, різниця між ними не була такою значною. Переваги органічних технологій вирощування включають менші витрати енергії та палива, стабільну врожайність, більший вміст органічної речовини і азоту, а також збереження вологи та водних ресурсів у ґрунті. Традиційні технології використовуються сільським господарством для задоволення потреб населення і тваринництва, що робить його більш стійким та економічно доцільним [24].

Зміни клімату і розповсюдження екологізації в сільському господарстві створюють передумови для добору сортів сої різних груп стиглості та вивчення їх потенціалу продуктивності і якісних показників зерна за різних технологій вирощування.

Метою досліджень була оцінка сортів сої за урожайністю і якісними показниками зерна за традиційної та органічної технологій вирощування.

Матеріали та методи. Дослідження були проведені в 2021–2022 рр. в умовах Науково-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету. В досліді вивчалися середньоранньостиглі сорти сої Еверест, ЕС Професор і ДХ530 та середньостиглі сорти Вінздор, ЕС Палладор і Емперор. Соя вирощувалась за традиційною і органічною технологіями.

Традиційна технологія включала застосування внесення ґрунтових гербіцидів Містраль (0,5 л/га) і Каліф (0,25 л/га) до появи сходів сої, післясходових гербіцидів Агіл (1 л/га) і Евентус (1,8 л/га) – у фазі 2–3 справжніх листків у сої та фунгіциду Кустодія (1 л/га) – перед початком бутонізації. Для сівби використовували насіння, попередньо оброблене фунгіцидом Махім ХЛ. Мінеральні добрива не вносилися. Під попередник (ячмінь озимий) було внесено N₇₀P₄₀K₄₀. Органічна технологія включала сівбу необроб-

леним фунгіцидом насінням (лише інокуляція), застосування голчастої борони Striegel по мірі появи проростків бур'янів (3–7 обробок) та біофунгіциду Фітохелп (0,8 л/га) перед початком бутонізації. Для збереження оптимальної густоти посіву за органічної технології, в результаті пошкоджень від післясходового боронування, норму висіву насіння було збільшено на 17 %. На площі, відведену під органічну технологію, 4 роки не вносили мінеральні добрива і засоби захисту рослин. Буферна зона з полями із традиційною технологією становила 15 м.

Технологія вирощування сої (органічна) відповідала основним принципам органічного виробництва та вимогам чинного законодавства України [25]. Дослідження проводилися згідно методичних рекомендацій [26].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий вилугований, середньоглибокий, малогумусний, грубопилувато-легкосуглинковий на карбонатному лесі. Площа посівної ділянки – 30 м², облікова – 25 м², повторність досліду триразова, розміщення варіантів систематичне. Попередник в обох технологіях – ячмінь озимий. Спосіб сівби – вузькорядний (15 см). В обох технологіях застосовували передпосівну інокуляцію насіння препаратом ХіСтік Соя. Сівбу сої проводили в першій декаді травня. Норма висіву 600 тис. шт./га – для традиційної технології і 700 тис. шт./га – для органічної. Збирання проводили комбайном Massey Ferguson 16 MF за повного дозрівання зерна. Вміст протеїну, жиру та вологості зерна сої визначали на аналізаторі FOSS «Infratec 1241». Для статистичної оцінки результатів досліджень використовували програму “Статистика 12”.

Погодні умови вегетації у 2021 р. можна характеризувати як сприятливі для росту і розвитку рослин сої. Сума опадів за вегетаційний період культури (травень – вересень) становила 376,1 мм, а середня температура повітря – 17,7 °С. У 2022 р. кліматичні умови були несприятливими для росту та розвитку рослин сої, відмічено посухи в липні – серпні, в період формування-наливу зерна. Сума опадів у цьому році становила 220,3 мм за середньої температури повітря – 18,3 °С.

Результати та обговорення. За результатами досліджень встановлено, що врожайність зерна сої змінювалась у сорту Еверест

від 2,14 т/га за органічної технології вирощування, до 3,35 т/га – у сорту Емперор, за традиційної (табл. 1). Вища врожайність зерна (більше 3,0 т/га) була за традиційної технології вирощування у середньостиглих сортів Вінздор, ЕС Палладор і Емперор. Максимальні значеннями цього показника отримано у сорту Емперор – 3,35 і 2,47 т/га. Серед середньоранньостиглих сортів вищою про-

дуктивністю відзначався ДХ530 – 2,96 і 2,35 т/га, відповідно за традиційного і органічного вирощування. Це співпадає з даними Ю. В. Тернового та ін., які отримали найвищу врожайність органічного насіння сої на посівах її сортів з тривалішим періодом вегетації [27].

Значно впливали на продуктивність культури погодні умови впродовж років дос-

Таблиця 1. Урожайність зерна сортів сої, т/га, (2021–2022 рр.)

Сорт	Традиційна технологія			Органічна технологія		
	2021 р.	2022 р.	середня	2021 р.	2022 р.	середня
Середньоранньостиглі						
Еверест	3,10	2,48	2,79	2,38	1,89	2,14
ЕС Професор	3,21	2,54	2,88	2,47	2,03	2,25
ДХ530	3,32	2,60	2,96	2,60	2,09	2,35
Середньостиглі						
Вінздор	3,53	2,81	3,17	2,70	2,05	2,38
ЕС Палладор	3,60	2,86	3,23	2,76	2,10	2,43
Емперор	3,74	2,96	3,35	2,84	2,09	2,47
НІР ₀₅	0,08	0,06		0,08	0,06	

ліджень. Так, в краще забезпеченому вологою 2021 р., врожайність сої становила 3,10–3,74 і 2,38–2,84 т/га, відповідно за традиційного і органічного вирощування. В 2022 р. під дією несприятливих погодних факторів урожайність зерна сої була меншою на 17,8–24,1 %, порівняно з попереднім роком. При цьому більше зменшення продуктивності культури у цей рік було на варіанті досліду з органічною технологією. За даними Н. С. Nass та ін. [28] урожайність сої, в несприятливий за погодними умовами 2001 р., знизилася на 50 % як за традиційного, так і органічного вирощування, порівняно з більш сприятливим 2000 р., через зниження доступної вологи та конкуренцію з бур'янами. Інші дослідники також стверджують, що метеорологічні умови є одним з найважливіших факторів, який впливає на ріст, розвиток і продуктивність сої [29, 30]. Температура та вологість повітря можуть визначати розвиток і виробництво сої в нових регіонах [31]. Використання різних технологічних заходів у органічному землеробстві може спричинити зміни врожайності від 673 до 3154 кг/га та значно вплинути на якість зерна сої [32].

Аналіз урожайності зерна сої по групах стиглості свідчить, що різниця між середньоранньостиглою і середньостиглою становила за традиційного вирощування 0,38 т/га, а

органічного – 0,20 т/га (рис. 1). Менша різниця у врожайності зерна за екологічного (органічного) вирощування пояснюється нижчою адаптивною здатністю пізньостиглих форм сої до лімітуючих факторів (бур'яни, елементи живлення, захист від хвороб і т.д.). Різниця у врожайності зерна між традиційною і органічною технологіями становила у середньоранньостиглих сортів 0,63 т/га, а у середньостиглих – 0,81 т/га.

У середньому за два роки, вміст протеїну в зерні сої становив 39,8–42,5 % (табл. 2). Цей показник залежав від сортових особливостей та гідротермічних умов і не змінювався під впливом технології вирощування, що підтверджується і дослідженнями В. В. Любич та ін. [33]. Практично всі сорти сої, що досліджувалися мали вміст протеїну більше 40 %, крім сорту Еверест, у якого цей показник за традиційної технології становив 39,8 %.

У несприятливому 2022 р. відмічено зростання накопичення протеїну в зерні більшості сортів сої. Так, у зерні сортів Еверест, ЕС Професор, ДХ530 і ЕС Палладор цей показник був на 1,2–2,3 % вищим, порівняно з 2021 р. А у сортів сої Вінздор і Емперор вміст протеїну був, навпаки, на 0,9–1,4 % нижчим. Це можна пояснити меншою адаптивністю цих сортів до несприятливих умов та передчасним припиненням вегетації рос-

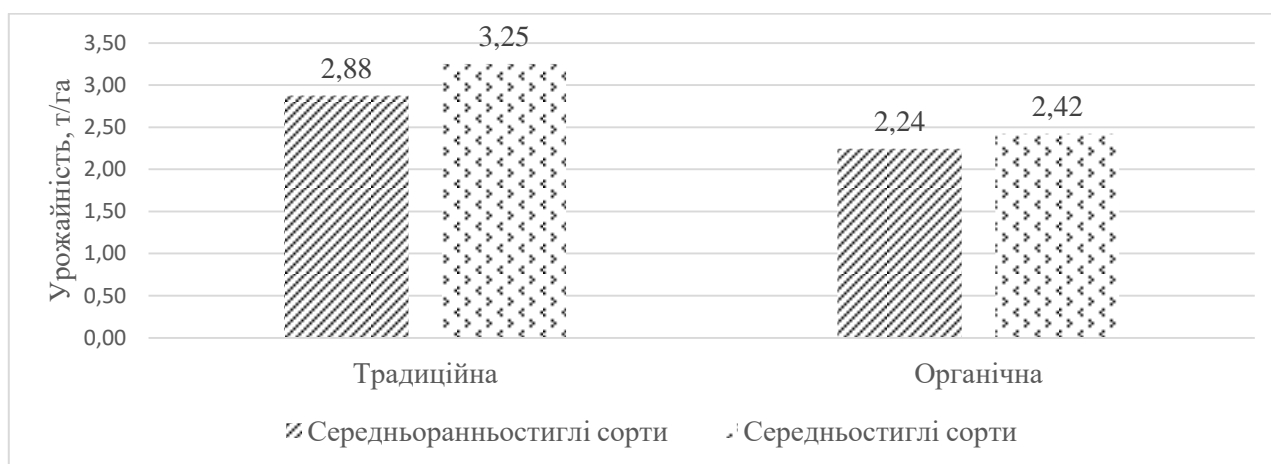


Рис. 1. Урожайність середньоранньостиглих і середньостиглих сортів сої за різних технологій вирощування, т/га.

Таблиця 2. Вміст протеїну в зерні сортів сої, (2021–2022 рр.)

Сорт	Традиційна технологія			Органічна технологія		
	2021 р.	2022 р.	середня	2021 р.	2022 р.	середня
Середньоранньостиглі						
Еверест	38,8	40,8	39,8	39,2	41,0	40,1
ЕС Професор	40,5	42,3	41,4	40,1	41,9	41,0
ДХ530	39,4	41,7	40,6	39,5	41,5	40,5
Середньостиглі						
Вінздор	42,8	41,4	42,1	42,8	41,8	42,3
ЕС Палладор	40,0	41,5	40,8	40,6	41,8	41,2
Емперор	42,5	41,6	42,1	42,9	42,0	42,5
НІР ₀₅	0,4	0,3		0,4	0,3	

линами, що відповідно впливає на зниження накопичення органічної речовини. У середньому по досліді, найвищі показники вмісту протеїну в насінні сої, були у сортів Вінздор (42,2 %) і Емперор (42,3 %).

Як і вміст протеїну, вміст жиру у зерні сої не залежав від технології вирощування.

Відповідно до стандарту України ДСТУ 4694:2008 [34] вміст жиру в зерні повинен бути не менше 12,0 %. За цим показником усі сорти сої відповідали вимогам стандарту і в середньому за два роки він був у межах 20,1–21,7 % (табл. 3).

Середньостиглі сорти перевищували за

Таблиця 3. Вміст жиру в зерні сортів сої, %, (2021–2022 рр.)

Сорт	Традиційна технологія			Органічна технологія		
	2021 р.	2022 р.	Середній	2021 р.	2022 р.	Середній
Середньоранньостиглі						
Еверест	20,8	19,7	20,3	20,8	19,4	20,1
ЕС Професор	21,0	20,2	20,6	21,0	19,8	20,4
ДХ530	21,5	20,0	20,8	21,3	19,9	20,6
Середньостиглі						
Вінздор	22,0	20,7	21,4	22,3	21,0	21,7
ЕС Палладор	21,8	20,6	21,2	22,0	20,5	21,3
Емперор	22,2	20,8	21,5	22,2	21,0	21,6
НІР ₀₅	0,2	0,2		0,2	0,2	

вмістом жиру середньоранньостиглі на 0,6–1,6 %. На вміст жиру в насінні сої значно

впливали погодні умови років досліджень. Так, у 2021 р. значення цього показника були

20,8–22,3 %, а у стресовому 2022 р. – 19,4–21,0 %, що на 0,8–1,5 % менше. Найменша варіабельність по роках за вмістом жиру була у сорту ЕС Професор.

За даними Т. Вøhn та ін. [35] органічне соєве насіння мало вищу кількість цукрів, таких як глюкоза, фруктоза, сахароза і мальтоза, вищий загальний вміст протеїну, цинку та меншу кількість клітковини і насичених

жирів, омега-6 жирних кислот, ніж насіння, отримане за традиційного вирощування і генетично модифікованої сої.

Вологість зерна у сортів що досліджувалися становила 11,7–13,9 % та залежала від року і особливостей генотипу (табл. 4).

За цим показником середньостиглі сорти перевищували на 0,5–1,9 % середньоранньостиглі. Незважаючи на несприятливі погодні

Таблиця 4. Вологість зерна сортів сої, %, (2021–2022 рр.)

Сорт	Традиційна технологія			Органічна технологія		
	2021 р.	2022 р.	середня	2021 р.	2022 р.	середня
Середньоранньостиглі						
Еверест	11,2	12,3	11,8	11,2	12,1	11,7
ЕС Професор	11,6	12,9	12,3	11,5	12,7	12,1
ДХ530	11,8	13,0	12,4	11,6	13,0	12,3
Середньостиглі						
Вінздор	12,4	13,5	13,0	12,6	13,7	13,2
ЕС Палладор	13,2	14,4	13,8	13,3	14,5	13,9
Емперор	13,5	14,2	13,9	13,4	14,3	13,9
НІР ₀₅	0,2	0,3		0,2	0,3	

умови у весняно-літній період 2022 р., у вересні спостерігалась значна кількість опадів, що вплинуло на зростання вологості зерна сої. Так, у 2022 р. цей показник був в межах 12,1–14,5 %, а у 2021 р. – 11,2–13,5 %.

За рахунок вищої урожайності зерна сої за традиційної технології вихід протеїну становив 1,11–1,42 т/га, жиру – 0,57–0,72 т/га, що на 21,0–24,7 і 21,5–25,6 % більше ніж за орга-

нічного вирощування (табл. 5). У середньому за два роки досліджень достовірної різниці за виходом протеїну та жиру з 1 га між деякими сортами не було (НІР₀₅ = 0,03 – для протеїну і НІР₀₅ = 0,05 – для жиру). Найбільші середні значення цих показників отримано у сорту Емперор – 1,24 і 0,63 т/га відповідно.

Наведена кореляційна залежність між урожайністю і вмістом протеїну за традицій-

Таблиця 5. Вихід протеїну та жиру з урожаєм сої, т/га, (2021–2022 рр.)

Сорти	Традиційна технологія		Органічна технологія	
	вихід протеїну	вихід жиру	вихід протеїну	вихід жиру
Середньоранньостиглі				
Еверест	1,11	0,57	0,86	0,43
ЕС Професор	1,19	0,59	0,92	0,46
ДХ530	1,20	0,62	0,95	0,48
Середньостиглі				
Вінздор	1,33	0,68	1,00	0,52
ЕС Палладор	1,33	0,68	0,99	0,51
Емперор	1,42	0,72	1,05	0,54
НІР ₀₅	0,03	0,05	0,02	0,05

ної технології вирощування (рис. 2) та кореляційна залежність між урожайністю і жиру за органічної технології (рис. 3).

Між врожайністю зерна та вмістом протеїну встановлено рівень взаємозв'язку вище середнього ($r = 0,69$ і $0,78$ за традицій-

ного і органічного вирощування). Між урожайністю та вмістом жиру залежність була на високому рівні ($r = 0,97$ і $0,95$).

Висновки. Встановлено, що врожайність зерна у середньоранньостиглих сортів сої (Еверест, ЕС Професор і ДХ530) складала

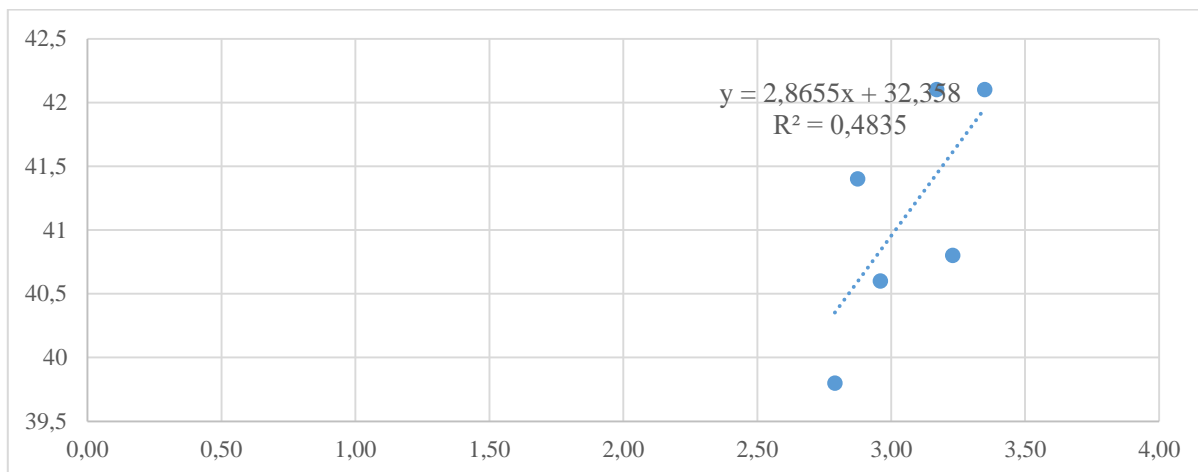


Рис. 2. Кореляційна залежність між урожайністю зерна сої та вмістом протеїну за традиційної технології вирощування, середнє за 2021–2022 рр.

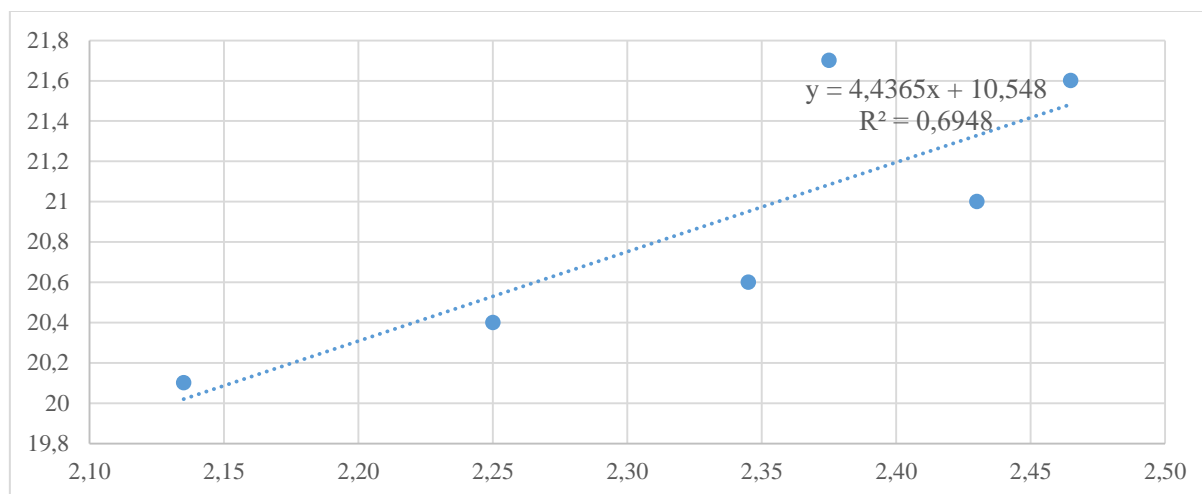


Рис. 3. Кореляційна залежність між урожайністю зерна сої та вмістом жиру за органічної технології вирощування, середнє за 2021–2022 рр.

за традиційної технології 2,88 т/га, за органічної – 2,24 т/га. У середньостиглих сортів (Вінздор, ЕС Палладор і Емперор) – 3,25 і 2,44 т/га, що на 0,37 і 0,20 т/га більше порівняно з середньоранньостиглими сортами. Різниця у врожайності зерна між традиційною і органічною технологіями становила у середньоранньостиглих сортів 0,63 т/га, а у середньостиглих – 0,81 т/га. Вміст протеїну, жиру і вологість зерна сої залежали від сортових особливостей, погодних умов року та не змінювалися під впливом технології вирощування. У середньому за два роки вміст протеїну в зерні сої був у межах 39,8–42,5 %, жиру – 20,1–21,7 %, вологість – 11,7–13,9 %. За рахунок вищої урожайності зерна сої за

традиційної технології вихід протеїну становив 1,11–1,42 т/га а жиру – 0,57–0,72 т/га, що на 21,0–24,7 і 21,5–25,6 % більше, ніж за органічного вирощування. Між врожайністю зерна та вмістом протеїну встановлений вище середнього рівень взаємозв'язку ($r = 0,69$ і $0,78$ за традиційного і органічного вирощування) а між урожайністю та вмістом жиру залежність мала високий рівень ($r = 0,97$ і $0,95$). У сорту Емперор отримано максимальні показники урожайності зерна (3,35 і 2,47 т/га) і протеїну (1,42 і 1,05 т/га) та жиру (0,72 і 0,54 т/га), відповідно за традиційної та органічної технології вирощування. Тому даний сорт можна рекомендувати для вирощування за обох технологій.

Використана література

1. Бербенець О. В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. *Агросвіт*. 2019. № 10. С. 41–45.
2. Мазур В. А., Гончарук І. В., Дідур І. М., Пандирева Г. В., Телекало Н. В., Купчук І. М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур: монографія. Вінниця: Нілан ЛТД, 2021. 180 с.
3. Мірзоева Т. В., Логвин І. М. Інноваційні напрями розвитку виробництва сої. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2013. Вип. 181 (2). С. 242–247.
4. Коробко А. А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 125–134.
5. Рибальченко А. М. Сучасне виробництво сої: світові тренди та вітчизняні реалії. *Discovering New Horizons in Science and Prospects for Implementation of Innovations: матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф.* (м. Дніпро, 7–8 липня 2022 р.). Дніпро, 2022, С. 124–126.
6. Петриченко В. Ф. Актуальні проблеми кормовиробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 11. С. 21–25.
7. Willer H., Lernoud J. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2017. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM-Organics International. 2021. 1–336.
8. Fox C., Cary T., Colgrove A., Nafziger E., Haudenschild J. S., Hartman G. L., Specht J., Diers B. W. Estimating soybean genetic gain for yield in the northern united states—influence of cropping history. *Crop Science*. 2013. № 53. 2473–2482 pp.
9. Пагіка В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. Біологічний азот. Київ: Світ, 2003. 485 с.
10. Кобець М. М. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. Проект «Аграрна політика для людського розвитку». Київ, 2004. 22 с.
11. Reganold J. P., Wachter J. M. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*. 2016. 2. (2). 1–8.
12. Pelletier N., Arsenault N., Tvedmers P. Scenario modeling potential eco-efficiency gains from a transition to organic agriculture: life cycle perspectives on Canadian canola, corn, soy, and wheat production. *Environmental management*. 2008. Т. 42. 989–1001.
13. Sean C, Klonsky K, Livingston P, Temple S. T. Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming systems in California's Sacramento Valley. *American Journal of Alternative Agriculture*. 1999. № 14. 109–121 pp.
14. Delate K, Duffy M, Chase C, Holste A, Friedrich H, Wantate N. An economic comparison of organic and conventional grain crops in a long-term agroecological research (LTAR) site in Iowa. *American Journal of Alternative Agriculture*. 2002. № 18. 59–69.
15. Grabovska T., Lavrov V., Putschkov O. Diversity of entomofauna in organic versus conventionally managed soybean fields protected by forest shelter belts in Ukraine. *Organic Agriculture*. 2021. 11. (4). 625–638.
16. Петриченко В. Ф. Наукові основи виробництва та використання сої у тваринництві. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 71. С. 3–11.
17. Плаксюк Л. Б., Вдовиченко А. В., Терновий Ю. В. Оцінка гербологічної ситуації на посівах сої у перехідному періоді до органічного землеробства в умовах зміни клімату. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 1. С. 123–126.
18. Гравовський М.Б., Німенко С.С. Перспективи вирощування сої за органічного виробництва. «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту». *Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.* (Біла Церква, 31 жовт. 2019 р.). Біла Церква, 2019. С. 8–10.
19. Dozet G., Cvijanovic G., Djukic V., Cvijanovic D., Kostadinovic L. Effect of microbial fertilizer on soybean yield in organic and conventional production. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 2014. 1. 1. 1333–1339.
20. Cavigelli, M. A., Teasdale, J. R., Conklin, A. E. Long-term agronomic performance of organic and conventional field crops in the mid-Atlantic region. *Agronomy journal*. 2008. 100 (3). 785–794.
21. De Ponti T., Rijk B., Van Ittersum M. K. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural systems*. 2012. 108. 1–9.
22. Badgley C, Moghtader J, Quintero E. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2007. 22. 86–108.
23. Crews T., Peoples M. Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological trade-offs and human needs. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2004. 102. 279–297.
24. Pimentel D., Burgess M. An environmental, energetic and economic comparison of organic and conventional farming systems. *Integrated Pest Management: Pesticide Problems*. 2014. 3. 141–166.
25. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції : Закон України від 10.07.2018 № 2496-VIII. Відомості Верховної Ради. 2018. № 36. С. 275.
26. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. Щенко В. О. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К»». 2014. 332 с.
27. Терновий Ю. В., Городиська І. М., Чуб А. О., Плаксюк Л. Б. Сортовий асортимент сої для органічного виробництва. *Агроєкологічний журнал*. 2018. № 3. С. 45–50.
28. Nass H. G., Ivanv J. A., MacLeod J. A. Agronomic performance and quality of spring wheat and soybean cultivars under organic culture. *American Journal of Alternative Agriculture*. 2003. 18. (3). 164–170.
29. Cerezini P., Kuwano B. H., dos Santos, M. B., Terassi, F., Hungria M., Nogueira M. A. Strategies to promote early nodulation in soybean under drought. *Field Crops Res*. 196. 160–167.
30. Schweiger P., Hofer M., Hartl W., Wanek W., Vollmann J. N₂ fixation by organically grown soybean in Central Europe: Method of quantification and agronomic effects. *Eur. J. Agron*. 2012. 41. 11–17.
31. Hartman G. L., West E. D., Herman T. K. Crops that feed the world 2. Soybean – Worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Secur*. 2011. 3. 5–17.
32. Toleikiene M., Slepetyš J., Sarunaitė L., Lazauskas S., Deveikyte I., Kadziulienė Z. Soybean development and productivity in response to organic management above the northern boundary of soybean distribution in Europe. *Agronomy*. 2021. 11. (2). pp. 21.
33. Любич В. В., Третьякова В. І., Климович Н. М. Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 32–37.

34. ДСТУ4694:2008 Соя. Технічні умови. [Розроблений вперше; введ. 01.07.2010]. Видавництво офіційне. Київ: Держспоживстандарт України. 12 с.
35. Bohn T., Cuhra M., Traavik T., Sanden M., Fagan

J., Primicerio R. Compositional differences in soybeans on the market: glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans. *Food chemistry*. 2014. 153. 207–215.

References

1. Berbenets, O. V. (2019). World soybean production as an inexhaustible source of plant proteins and Ukraine's place in the world market for its trade. *Ahrosvit [Agroworld]*, 10. 41–45. [in Ukrainian].
2. Mazur, V. A., Honcharuk, I. V., Didur, I. M., Pansyreva, G. V., Telekalo, N. V., Kupchuk, I. M. (2021). *Innovatsiini aspekty tekhnolohii vyroshchuvannya, zberihannya i pererobky zernobobovykh kultur* [Innovative aspects of growing, storage and processing technologies of leguminous crops]: monograph. Vinnytsia, Nilan LTD. [in Ukrainian].
3. Mirzoieva, T. V., Logvin, I. M. (2013). *Innovatsiini napriamy rozvytku vyrobnytstva soi* [Innovative directions of soybean production development]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya : Ekonomika, ahrarnyi menedzhment, biznes* [Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Economics, agricultural management, business], 181 (2), 242–247. [in Ukrainian].
4. Korobko, A. A. (2021). *Dynamika vyrobnytstva soi v Ukraini ta sviti* [Dynamics of soybean production in Ukraine and the world]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya* [Balanced nature management], 4, 125–134. [in Ukrainian].
5. Rybalchenko, A. M. (2022). Suchasne vyrobnytstvo soi: svitovi trendy ta vitchvzniani realii [Modern soybean production: world trends and domestic realities]. Proceedings of the *Discovering New Horizons in Science and Prospects for Implementation of Innovations*: 1 intern. sci. pract. conf. (pp. 124–126). July 7–8, 2022, Dnipro, Ukraine. [in Ukrainian].
6. Petrychenko, V. F. (2010). *Aktualni problemy kormovyrobnytstva v Ukraini* [Actual problems of feed production in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 11, 21–25. [in Ukrainian].
7. Willer, H., Lernoud, J. (2021). The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2017. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM-Organics International, 1–336.
8. Fox, C. et al. (2013). Estimating soybean genetic gain for yield in the northern united states—influence of cropping history. *Crop Science*, 53, 2473–2482.
9. Patyka, V. P., Kots, S. Ya., Volkogon, V. V. (2003). *Biologichnyi azot* [Biological nitrogen]. Kyiv, [in Ukrainian].
10. Kobets, M. M. (2004). Organic farming in the context of sustainable development. Agrarian policy for human development. Kyiv. [in Ukrainian].
11. Reganold, J. P., Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*, 2 (2), 1–8.
12. Pelletier, N., Arsenault, N., Tvedmers, P. (2008). Scenario modeling potential eco-efficiency gains from a transition to organic agriculture: life cycle perspectives on Canadian canola, corn, soy, and wheat production. *Environmental management*, 42, 989–1001.
13. Sean, C., Klonsky, K., Livingston, P., Temple, S. T. (1999). Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming systems in California's Sacramento Valley. *American Journal of Alternative Agriculture*, 14, 109–121.
14. Delate, K., Duffy, M., Chase, C., Holste, A., Friedrich, H., Wantate, N. (2002). An economic comparison of organic and conventional grain crops in a long-term agroecological research (LTAR) site in Iowa. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18, 59–69.
15. Grabovska T., Lavrov V., Putchkov O. (2021). Diversity of entomofauna in organic versus conventionally managed soybean fields protected by forest shelter belts in Ukraine. *Organic Agriculture*, 11 (4), 625–638.
16. Petrychenko, V. F. (2012). *Naukovi osnovy vyrobnytstva ta vykorystannya soi u tvarynnytviv* [Scientific basis of soybean production and use in animal husbandry]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Fodder and fodder production], 71, 3–11. [in Ukrainian].
17. Plaksiuk, L. B., Vdovichenko, A. V., Ternovyi, Yu. V. (2017). *Otsinka herbolohichnoi sytuatsii na posivakh soi u perekhidnomu periodi do orhanichnoho zemlerobstva v umovakh zminy klimatu* [Evaluation of the herbological situation on soybean crops in the transition period to organic farming in the conditions of climate change]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya* [Balanced nature management], 1, 123–126. [in Ukrainian].
18. Grabovskiyi, M. B., Nimenko, S. S. (2019). Perspektyvy vyroshchuvannya soi za orhanichnoho vyrobnytstva [Prospects for growing soybeans under organic production]. Proceedings of the *Agrarian education and science: achievements, role, growth factors. Innovative technologies in agronomy, agrochemistry and ecology. Land management and cadastres in modern conditions: problems and solutions.*: intern. sci. pract. conf. (pp. 8–10). October 31, 2019, Bila Tserkva, Ukraine. [in Ukrainian].
19. Dozet, G., Cvijanovic, G., Djuki, c V., Cvijanovic, D., Kostadinovic, L. (2014). Effect of microbial fertilizer on soybean yield in organic and conventional production. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (1). 1333–1339.
20. Cavigelli, M. A., Teasdale, J. R., Conklin, A. E. (2008). Long-term agronomic performance of organic and conventional field crops in the mid-Atlantic region. *Agronomy journal*, 100 (3), 785–794.
21. De Ponti, T., Rijk, B., Van, Ittersum M. K. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural systems*, 108. 1–9.
22. Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E. (2007). Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22, 86–108.
23. Crews, T., Peoples, M. (2004). Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 102. 279–297. Pimentel, D., Burgess, M. (2014). An environmental, energetic and economic comparison of organic and conventional farming systems. *Integrated Pest Management: Pesticide Problems*, (3). 141–166.
22. On the basic principles and requirements for organic production, circulation and labeling of organic products (2018). Law of Ukraine dated July 10, 2018 № 2496-VIII. Verkhovna Rada information № 36. [in

- Ukrainian].
23. Yeshchenko, V. O. Ed. (2014). Basics of scientific research in agronomy. Vinnytsia: "Edelweiss and K". [in Ukrainian].
 24. Ternovyi, Yu. V., Horodyska, I. M., Chub, A. O., Plaksyuk, L. B. (2018). *Sortovyi asortyment soi dlia orhanichnogo vyrobnytstva*. [Varietal assortment of soybeans for organic production]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal], 3. 45–50. [in Ukrainian].
 25. Nass, H. G., Iwan, J. A., MacLeod, J. A. (2003). Agronomic performance and quality of spring wheat and soybean cultivars under organic culture. *American Journal of Alternative Agriculture*, 18 (3). 164–170.
 26. Cerezini, P., Kuwano, B. H., dos Santos, M. B., Terassi, F., Hungria, M., Nogueira, M. A. (2016). Strategies to promote early nodulation in soybean under drought. *Field Crops Res.* 196. 160–167.
 27. Schweiger, P., Hofer, M., Hartl, W., Wanek, W., Vollmann, J. (2012). N₂ fixation by organically grown soybean in Central Europe: Method of quantification and agronomic effects. *Eur. J. Agron.* 41. 11–17.
 28. Hartman, G. L., West, E. D., Herman, T. K. (2011). Crops that feed the world 2. Soybean – Worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Secur.* 3. 5–17.
 29. Toleikiene, M., Slepetyus, J., Sarunaite, L., Lazauskas, S., Deveikyte, I., Kadziuliene, Z. (2021). Soybean development and productivity in response to organic management above the northern boundary of soybean distribution in Europe. *Agronomy*, 11 (2). 21.
 30. Liubich, V. V., Tretiakova, V. I., Klymovych N. M. (2020). *Tekhnologichne otsiniuvannia yakosti nasinnia soi zalezho vid sortu* [Technological evaluation of soybean seed quality depending on the variety]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva* [Bulletin of the Uman National University of Horticulture], 2. 32–37. [in Ukrainian].
 31. DSTU 4694:2008 Soybeans. Specifications. [Developed for the first time; enter 07.01.2010]. Official publishing, Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine.
 32. Böhn, T., Cuhra, M., Traavik, T., Sanden, M., Fagan, J., Primicerio, R. (2014). Compositional differences in soybeans on the market: glyphosate accumulates in Roundup Ready GM soybeans. *Food chemistry*, 153. 207–215.

UDC 633.34:631.147:631.92

Grabovskyi M.B., Fedoruk Yu.V., Grabovska T.O., Lozinskyi M.V., Kozak L.A. Comparative assessment of the yield and quality indicators of soybean varieties according to traditional and organic technology. *Grain Crops*. 2023. 7 (1). 113–122.

Bila Tserkva National Agrarian University, 8/1 Soborna Sq., Bila Tserkva, Kyiv region, 09117, Ukraine

Topicality. One of the alternatives to the intensification of agricultural production is the introduction of new ecological technologies that are aimed at realizing the natural potential of agrophytocenoses and are based on the effective use of their biological capabilities. Climate changes and development of environmentalization in agriculture create prerequisites for the selection of soybean varieties of different maturity groups and the study of their productivity potential and grain quality indicators under different cultivation technologies. **Purpose.** Assessment of soybean varieties by yield and grain quality indicators under traditional and organic technologies. **Methods.** Field, laboratory, mathematical, statistical analysis. **Results.** It was established that the grain yield of mid-early ripening soybean varieties (Everest, ES Professor and DH530) was 2.88 t/ha under traditional technology, and 2.24 t/ha under organic technology, and of mid-ripening soybean varieties (Winsdor, ES Pallador and Emperor) – 3.25 and 2.44 t/ha, respectively, that is higher than in mid-early ripening varieties. The difference in grain yield under traditional and organic technologies was 0.63 t/ha for mid-early ripening varieties, and 0.81 t/ha for mid-ripening varieties. Over two years of research, we found that soybean grain contained an average of 39.8–42.5 % protein, 20.1–21.7 % fat, and 11.7–13.9 % moisture. Protein yield ranged within 1.11–1.42 t/ha and fat yield – 0.57–0.72 t/ha due to higher soybean grain yield under traditional technology, which was by 21.0–24.7 and 21.5–25.6 % higher than under organic cultivation. It was found that the level of correlation between grain yield and protein content was above the average ($r = 0.69$ and 0.78) for traditional and organic cultivation, and the correlation between yield and fat content was high ($r = 0.97$ and 0.95). **Conclusions.** The quality indicators (protein and fat content) and grain moisture content of soybeans depended on the varietal characteristics and weather conditions and remained unchanged under the influence of cultivation technology. The soybean of Emperor variety had the highest grain yield (3.35 and 2.47 t/ha), protein yield (1.42 and 1.05 t/ha) and fat yield (0.72 and 0.54 t/ha), respectively, under traditional and organic cultivation technologies. Therefore, this variety can be recommended for cultivation under both technologies.

Key words: soybean, productivity, protein content, fat content, grain moisture content