

в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1. С. 39–46. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101).

10. Власюк О.С., Ковальчук Н.В. Ефективність бактеріальних препаратів залежно від удобрення пшениці ярої. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. Вип. 27. С. 18–23.

11. Савранчук В.В. Ефективність мінеральних добрив та мікробних препаратів за вирощування пшениці озимої. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2010. Вип. 3. С. 192–200.

12. Власюк О.С. Ефективність мікробних препаратів за вирощування пшениці ярої залежно від фону удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Вип. 31. С. 51–56. DOI: doi.org/10.35868/1997-3004.31.51-56.

13. Ефективність застосування діазофіту в різних системах удобрення при вирощуванні озимої пшениці ярої / Г.В. Хоменко та ін. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2009. Вип. 10. С. 116–122.

14. Трибель С.О., Гетьман М.В. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти хвороб і збудників хвороб / за ред. С.О. Трибеля. Київ : Колобик, 2010. 392 с.

УДК 633.854.78:631.5(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.5>

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ, БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ РІВНІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Жуйков О.Г. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Іванів М.О. – к.с.-г.н.,

в.о. завідувача кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Бурдюг О.О. – аспірант кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати чотирирічних досліджень економічної, біоенергетичної та екологічної ефективності вирощування гібридів соняшника середньоранньої екологічної групи PR64F66 F1 і Типса F1 за різних ступенів біологізації зональної технології вирощування в умовах Південного Степу України: традиційної інтенсивної, екстенсивної мінімальної, органічної і дворівневої біологізованої.

Установлено, що всі елементи біологізації технології вирощування гібридів соняшника зумовлювали істотне покращення базисних показників економічної ефективності, насамперед собівартості одиниці продукції, загальних виробничих витрат, виручки, умовно чистого прибутку і підсумкового показнику – рівня рентабельності виробництва. Аналіз останнього показника дозволяє стверджувати, що найвищу економічну привабливість у середньому за фактором А мають варіанти екстенсивної (мінімальної) технології вирощування, за яким рівень рентабельності у середньому за роки проведення дослідження становив 160,1%, та варіант органічної технології – 159,9%.

За умови сертифікації виробника та надання партії товарного соняшника органічного статусу цей показник, зважаючи на 20% органічний бонус, реально збільшити до 211,9%, що є істотним резервом покращення економічного стану господарства. Найвищу енергетичну ефективність у досліді продемонстрували варіанти, в яких не передбача-

лося застосування найбільш енергетично емких складників – мінеральних добрив. Варіанти біологізованої I та органічної технології забезпечили значення цього показника на рівні 4,76 і 5,73 відповідно. Інші варіанти також характеризуються нами як енергетично ефективні, адже вони забезпечують більш ніж 2,5-кратне повернення витраченої енергії на 1 га з урожаєм.

Аналіз екологічної відповідності гібридів культури, що формували градацію фактору A досліджу, дозволяє дійти висновку про перевагу гібриду PR64F66 F1 за основними індексами, що відображають екологічну толерантність, і насамперед за показником пластичності b_i (1,06 порівняно із 0,96 за варіантом гібриду Tunca F1) і стабільності Sd_i^2 (0,00091 проти 0,00077 відповідно), що свідчить про суттєво вищу відповідність зазначеного гібриду екологічним умовам зони вирощування, передусім за показником посухостійкості, який останнім часом розглядається як найбільш принциповий, урахуовуючи сучасні кліматичні трансформації.

Ключові слова: соняшник; гібриди середньостиглої групи; біологізація технології вирощування; економічна, біоенергетична, екологічна ефективність

Zhuikov O.H., Ivaniv M.O., Burdiih O.O. Evaluation of economic, bioenergy and ecological efficiency of elements of levels of biologization of technology of sunflower growing in the South of Ukraine

The article contains the results of four-year-long studies of the economic, bioenergy and ecological efficiency of growing sunflower hybrids of the mid-season ecological group PR64F66 F1 and Tunca F1 at different degrees of biologization of the zonal cultivation technology in the southern Steppe of Ukraine: traditional intensive, extensive minimum, organic and two levels of biologized technology.

It was established that all elements of biologization of the technology of growing sunflower hybrids without exception caused a significant improvement in the basic indicators of economic efficiency, first of all, the cost of a unit of production, total production costs, revenue, conditionally net profit and the final indicator – the level of profitability of production.

The analysis of the latter indicator makes it possible to state that the variants of extensive (minimum) cultivation technology have the highest economic attractiveness on average by factor A, according to which the level of profitability on average over the years was 160.1%, and organic technology - 159.9%, respectively.

If there is certification of the producer and organic status granted to a batch of commercial sunflower, this figure, given the 20% organic bonus, can be increased to 211.9%, which is a significant reserve for improving the economic condition of the enterprise. The highest energy efficiency in the experiment was demonstrated by variants that did not provide for the use of the most energy-intensive components – mineral fertilizers. Variants of biologized I and organic technology provided the value of this indicator at the level of 4.76 and 5.73, respectively. We also characterize the rest of the options as energy efficient, as they provide more than 2.5 times the return of energy consumed per 1 ha with the crop.

Analysis of the ecological suitability of the hybrids that formed the gradation of factor A of the experiment allows us to conclude that the hybrid PR64F66 F1 hybridity is based on the main indices reflecting ecological tolerance, and primarily on the plasticity b_i (1.06 compared to 0.96 on the hybrid variant Tunca F1) and stability of Sd_i^2 (0.00091 vs. 0.00077, respectively), which indicates a significantly higher compliance of this hybrid with the ecological conditions of the growing area, primarily in terms of drought resistance, which has recently been considered the most fundamental, taking into account modern climate transformations.

Key words: sunflower, hybrids of mid-season group, biologization of cultivation technology, economic, bioenergy, ecological efficiency.

Постановка проблеми. Сучасні тенденції на аграрному ринку висувають до існуючих технологій набагато більше вимог, ніж раніше. Нині існуюча технологія вирощування сільськогосподарської культури вже повинна не лише забезпечувати максимальний рівень виробничої урожайності товарної продукції, але, як мінімум, отримання економічно доцільного врожаю, тобто максимально повно компенсувати виробничі витрати на одиницю площі або продукції [3, 4, 7, 11 19, 20, 22].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проте, на думку широкого кола фахівців, бути економічно доцільною сучасній технології вирощування культури вже не досить, адже об'єктивні реалії зобов'язують оцінювати будь-який окремих

технологічний елемент та операційну технологію загалом і з позицій енергоефективності та екологічної лояльності до агроценозів зокрема [5, 8, 9, 14].

Чи не найвагоміший внесок у розв'язання проблеми розроблення зональних біологізованих технологій вирощування соняшника в умовах Півдня України належить науковцям Херсонського державного аграрно-економічного університету Є.О.Домарацькому, О.Г. Жуйкову, М.О. Іваніву, О.П. Козловій, О.Я. Ревтьо. Той факт, що наявні нині результати досліджень решти наукової вітчизняної спільноти із цього питання мають несистемний і часом фрагментарний характер, а іноді характеризуються суперечливими тенденціями та висновками, зумовив проведення нами всебічного аналізу варіантів досліду за цими критеріями.

Постановка завдання. Мета наукової роботи – встановлення економічної, біоенергетичної та екологічної ефективності різних рівнів біологізації технології вирощування соняшника – здійснювалася за рахунок проведення впродовж 2018-2021 рр. двофакторного польового досліду, в якому фактор А (гібрид соняшника) був представлений двома гібридами середньоранньої екологічної групи PR64F66 F1 і Tunca F1, а фактор В (рівень біологізації технології вирощування) – п'ятьма варіантами: традиційна інтенсивна зональна технологія – контроль, біологізована I, біологізована II, органічна, екстенсивна (мінімальна).

Спосіб розміщення ділянок у досліді – розщепленими блоками; загальна площа дослідної ділянки становила 1,2 га, загальна площа ділянки четвертого порядку – 672 м², облікова – 560 м². Повторність у досліді чотириразова. Схема польового двофакторного досліду і план розміщення дослідних ділянок на площі представлені на табл. 1.

Таблиця 1

Схема польового досліду

№ варіанта	Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)
1	PR64F66 F1	традиційна інтенсивна зональна – контроль
2		біологізована I
3		біологізована II
4		органічна
5		екстенсивна (мінімальна)
6	Tunca F1	традиційна інтенсивна зональна – контроль
7		біологізована I
8		біологізована II
9		органічна
10		екстенсивна (мінімальна)

Нижче представлена характеристика варіантів досліду (фактор А).

– Гібрид PR64F66 F1: компанія-оригінатор – Pioneer® (США), простий дво-лінійний високоолеїновий, за групою стиглості – середньоранній (111-115 днів), реальна виробнича врожайність – 30,8 ц/га, висота рослин – нижче середньої (146 см), насіння опуклої форми, чорно-сірого кольору, кошик плаский, діаметр – 15,4 см, уміст олії – 51,1-52,3%, вміст білка – 16,0-17,2%, маса 1000 насінин – 67 г. Стійкість до хвороб та основних стресових факторів: дуже висока стійкість до посухи, відмінна холодостійкість, висока стійкість до вилягання, стійкий до вовчка 7 рас (А-Г), стійкий до різних видів гнилей (біла, попеляста, суха, коренева), толерантний до фомопсису [92];

– гібрид Tunca F1: компанія-оригінація – Limagrain® (Франція), простий дволінійний, за групою стиглості – середньоранній (110 днів), реальна виробнича врожайність – 29,5 ц/га, за висотою рослин – середньо-рослий (150 см), насіння подовженої форми, чорно-сірого кольору, кошик плоский, діаметр – 15,9 см, уміст олії – 50,6-51,7%, уміст білка – 16,2-17,0%, маса 1000 насінин – 73 г. Стійкість до хвороб та основних стресових факторів: висока стійкість до посухи, відмінна холодостійкість, стійкий до вилягання, стійкий до вовчка 7 рас (А-Г), стійкий до різних видів гнилей (біла, попеляста, суха, коренева), толерантний до фомозу та фомопсису [92];

Характеристика варіантів дослідів (фактор В):

– традиційна інтенсивна зональна технологія вирощування – рекомендована оригінацією технологія вирощування для умов Південного Степу України з використанням мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин (ЗЗР), спрямована на максимальну реалізацію генетичного потенціалу гібриду (див. розділ 2.3);

– біологізована I – інтенсивна технологія, за якою у системі догляду за рослинами мінеральні добрива були замінені біологічними добривами, дозволеними для використання у практиці органічного землеробства. В якості органічного добрива використовувався багатофункціональний препарат ТМ «Еко-Рост»;

– біологізована II – інтенсивна технологія, за якою у системі догляду за рослинами хімічні фунгіциди та інсектициди були замінені біологічними препаратами, дозволеними для використання у практиці органічного землеробства, а гербіциди – механічними операціями боротьби з бур'янами. В якості біологічного фунгіцидного препарату застосовувалися препарати ТМ «ENZIM-Agro» Гаубсин-FORTE та Viridin (Триходермін). В якості біологічного інсектицидного препарату застосовувалися інсекто-акарициди ТМ «ENZIM-Agro» Ентоцид (Метаризин) і Актарофіт;

– органічна – технологія, за якою система догляду за посівами базувалася тільки на застосуванні біологічних препаратів (як добрив, так і пестицидів);

– екстенсивна (мінімальна) – технологія вирощування культури, за якою система догляду за посівами представлена лише механічними операціями боротьби з бур'янами без застосування хімічних та біологічних добрив і ЗЗР.

Під час проведення дослідження керувалися загальноприйнятими методиками закладання і проведення польових дослідів та лабораторних досліджень. Проведені досліді супроводжувалися необхідними спостереженнями, вимірами та аналізами ґрунтових і рослинних зразків. Усі обліки і спостереження проводили у двох несуміжних повтореннях.

Економічну ефективність вирощування культури визначали за загальноприйнятою методикою з використанням зональних виробничих норм виробітку [13, 24, 25, 28]. Розрахунки біоенергетичної ефективності проводили за методичними вказівками біоенергетичної оцінки технологій виробництва продукції рослинництва [2, 6, 10, 14, 15, 17, 21]. Екологічну пластичність варіантів дослідів визначали за методикою Ебергарда-Рассела (в модифікації Хотильової та Летуна) [1,10,16,18, 26, 27].

Агротехніка у досліді за тієї умови, що зазначена технологічна операція або її градація не були фактором, що вивчався згідно зі схемою дослідів, мала такий вигляд: попередником була озима пшениця, після збирання якої проводилося дискування на глибину 10-12 см БДТ-7, оранка ПЛН-5-35 (22-24 см), вирівнювання зябу КПЕ-3,8 (8-10 см), двократна передпосівна культивування агрегатом «Compactor S» фірми Lemken. За попередньою домовленістю з регіональними

представниками фірм-оригінаторів гібридів соняшнику для закладання досліду були придбані посівні одиниці культури без передпосівної інкрустації насіння фунгіцидно-інсектицидною композицією. Передпосівне протруєння проводилося самостійно: за варіантом інтенсивної та біологізованої I технології – сумішшю препаратів Круїзер 6 л/т (тіаметоксаму 350 г/л) та Максим 1 л/т (флудіоксанілу 25 г/л), біологізованої II та органічної – сумішшю біологічних препаратів (табл. 2) у рекомендованих нормах і за витрати робочої рідини 10 л/т. Мінеральні туки (аміачна селітра і гранульований суперфосфат) застосовувалися за варіантами інтенсивної та біологізованої II технології розрахунковою нормою $N_{54}P_{46}$ у середньому за роки досліджень (40% азотних і 100% фосфорних добрив – під основний обробіток ґрунту, 60% азотних – під передпосівну культивуацію), за біологізованою I та органічною – біологічні добрива за рекомендованими нормами (табл. 2). Сівба соняшника проводилась у середньо весняний термін за температури ґрунту 6-7°C на глибині 5 см широкорядним способом із міжряддям 0,7 м і нормою висіву 55 тис. шт./га сівалкою СУПН-8 із післяпосівним прикочуванням ґрунту котками ККШ-3.

Таблиця 2

**Характеристика біологічних препаратів,
які застосовувалися за варіантами досліду**

Препарат	Вміст	Спосіб і норма внесення
Добриво органічне «Еко-Рост»	штами культури <i>Bacillus thermophiles</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , фосформобілізуючі, нітрифікуючі бактерії та хелатне мікродобриво (51 г/л N, 12,0 г/л K_2O , 58 г/л MgO, 50 г/л SO_3 , 6,5 г/л B, 12,5 г/л Cu, 12,4 г/л Fe, 12,0 г/л Mn, 0,2 г/л Mo, 6,4 г/л Zn, 0,1 г/л Co, 66,4 г/л амінокислот, 67,8 г/л органічних кислот (янтарної, яблучної, винної та лимонної), 3,3 г/л гумінових кислот, 0,58 г/л фульвокислот, 0,0055 г/л фітогормонів, 0,049 г/л полісахаридів, вітаміни, цитокініни, гіберелінові сполуки)	передпосівний обробіток насіння – 2 л/т; вегетаційне позакореневе підживлення – 2 л/га
Біофунгіцид Гаубсин-FORTE	два штами культури <i>Pseudomonas aureofaciens</i> з титром клітин, не менше 4×10^9 КУО/мл	вегетаційне обприскування рослин – 2 л/га
Біофунгіцид Viridin (Триходермін)	спори та міцелій грибів роду <i>Trichoderma spp.</i> з титром не менше 1×10^8 КУО/мл та продукти метаболізму - біологічно активні речовини	передпосівний обробіток насіння – 5 л/т; вегетаційне обприскування рослин – 2 л/га
Біоінсектицид Ентоцид (Метаризин)	спори ентомопатогенних грибів, не менше 2×10^8 КУО/мл	обприскування ґрунту під передпосівний обробіток – 5 л/га
Біоінсектицид Актарофіт	комплекс природних авермектинів, що продукуються корисним ґрунтовим грибом <i>Streptomyces avermitilis</i> (абамектин - 50%, емаектин - 50%). Загальний вміст токсинів - не менше 1,8%	обприскування рослин – 0,2 л/га

Догляд за посівами соняшника представлений заходами із захисту культури від комплексу шкочинних організмів за умови перевищення показника ЕПШ. Захист від бур'янів у варіантах інтенсивної та біологізованої I технології здійснювався внесенням ґрунтового гербіциду Трифлурекс у нормі 3 л/т (трифлурексу 480 г/л) і страхового гербіциду Селект 2 л/га (клетодиму 120 г/л); у варіантах біологізованої II, органічної та екстенсивної технологій – за допомогою прийомів механічного знищення бур'янів (до- та післясходове боронування штригельними боронами та ротаційними мотиками, міжрядні культивачі). Захист від хвороб у варіантах інтенсивної та біологізованої I технології представлений двома вегетаційними обробками фунгіцидом Амістар Екстра 1 л/га (азоксістробіну 200 г/л + ципроконазолу 80 г/л), біологізованої II та органічної – обробками біофунгіцидами (табл. 2). Захист від шкідників у варіантах інтенсивної та біологізованої I технології представлений двома вегетаційними обробками інсектицидом Ампліго 150 ZC 0,3 л/га, що містить хлорантраніліпрол 100 г/л та лямбда-цигалотрин 50 г/л, біологізованої II та органічної – обробками біоінсектицидами (табл. 2). Вегетаційні обробки рослин здійснювалися двічі – у фазу розвитку соняшника «три пари справжніх листків» та у фазу «утворення кошика», норма витрати робочої рідини в усіх випадках становила 250 л/га, за одночасного застосування препаратів готувалася бакова суміш за 30 хвилин до обробітку. Збирання врожаю проводилося прямим комбайнуванням за повної стиглості насіння самохідним зернозбиральним комбайном John Deere 9660STS.

Аналіз економічної ефективності різних технологій вирощування гібридів соняшника, проведений нами з урахуванням актуальних ринкових цін на товарну продукцію та оборотні засоби виробництва, дозволяє стверджувати, що у середньому за фактором А традиційна інтенсивна технологія вирощування культури, обрана в якості контрольного варіанту у досліді, забезпечила собівартість отриманої продукції на рівні 10947 грн./т, загальні виробничі витрати становили 20250 грн./га, вартість товарної продукції – 38480 грн./га, умовний чистий прибуток – 18230 грн./га, що зумовило підсумковий показник рентабельності виробництва на рівні 90,1% (табл. 3).

Відмова у технології вирощування культури від мінеральних туків і їх заміна на органічні багатофункціональні добрива (біологізована I технологія) забезпечувала істотне покращення всіх показників економічної ефективності, а саме: собівартість зменшилася до 10391 грн./т, загальні виробничі витрати майже не змінилися і становили 20262 грн./га, вартість товарної продукції істотно зросла до 40560 грн./га, умовний чистий прибуток становив 20298 грн./га, а рентабельність виробництва зросла до 100,2%. Це пояснюється відносно невисокою вартістю сучасних органічних добрив і регулюючих рослинний ріст препаратів, представлених на ринку (порівняно із традиційними мінеральними туками), та їхнім істотним позитивним впливом на формування врожайності насіння соняшника.

Вирощування культури за біологізованою II технологією, що передбачала відмову від синтетичних ЗЗР і застосування тільки органічних пестицидів, також характеризувалось істотним покращенням показників економічної ефективності порівняно із контрольним варіантом. Незважаючи на дещо вищу ринкову ціну на інсектициди та фунгіциди органічного походження, порівняно вищі норми їх застосування, залучення до технології вирощування культури міжрядних механічних обробок як альтернативи застосування ґрунтових і страхових гербіцидів, собівартість продукції істотно зменшилася до 8073 грн./т, загальні виробничі витрати становили 16186 грн./га, вартість товарної продукції дещо зросла - до 41704 грн./га, умовний чистий прибуток зріс до 25518 грн./га за рентабельності виробництва на рівні 157,7%.

Таблиця 3

Показники економічної ефективності вирощування гібридів соняшника за різних рівнів біологізації технології (середнє за 2018-2021 рр.)

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Врожайність, т/га	Собівартість 1 т, грн.	Загальні виробничі витрати, грн./га	Вартість товарної продукції, грн./га	Умовний чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %
PR64F66 F1	Традиційна	1,87	10830	20251	38896	18645	92,1
	Біологізована I	1,94	10444	20261	40352	20091	99,2
	Біологізована II	2,02	8014	16187	42016	25829	159,6
	Органічна	2,27	7810	17729	47216*	29487	166,3
	Екстенсивна	0,94	7995	7516	19552	12036	160,1
Tunca F1	Традиційна	1,83	11065	20248	38064	17816	88,0
	Біологізована I	1,96	10338	20263	40768	20505	101,2
	Біологізована II	1,99	8133	16185	41392	25207	155,7
	Органічна	2,16	8204	17720	44928*	27208	153,5
	Екстенсивна	0,94	7995	7516	19552	12036	160,1

* без урахування додаткової вартості продукції органічного статусу

Поєднання окремих елементів біологізації технології вирощування соняшника у загальну органічну технологію зумовило істотне покращення всіх показників економічної ефективності, а саме: собівартість продукції зменшилася до 8007 грн./т, загальні виробничі витрати - до 17725 грн./га, вартість товарної продукції зросла до 46072 грн./га, умовний чистий прибуток становив 28347 грн./га, рентабельність зросла до 159,9%. Навіть за цих умов органічна технологія виглядає абсолютно конкурентоспроможною порівняно з традиційною інтенсивною технологією вирощування соняшника, проте нами був залучений додатковий важіль оптимізації економічного складника виробництва культури, а саме так званий «органічний коефіцієнт» – додаткова ринкова вартість лоту рослинницької продукції за умови отримання оператором (суб'єктом господарської діяльності) сертифікату, котрий засвідчує відповідність технології вирощування певної культури вимогам, що висуваються Європейським Союзом до такої продукції. Аналіз сучасного ринку органічної продукції дозволяє стверджувати, що за умови відповідності технології вирощування соняшника вимогам регламентів ЄС №834/2007 та ЄС №889/2008, яка засвідчується відповідним сертифікатом, виданим акредитованим в Україні сертифікаційним органом, реальна ринкова вартість товарного соняшника органічного статусу збільшується мінімум на 20% порівняно із продукцією конвенціонального походження [10, 16]. Отже, основні економічні показники вирощування соняшнику за органічною технологією у господарстві, сертифікованому в якості органічного сільськогосподарського виробника, матимуть такий вигляд (табл. 4).

Таблиця 4

Прокстна економічна ефективність вирощування гібридів соняшника за умови органічної сертифікації продукції (середнє за 2018-2021 рр.)

Гібрид	Врожайність, т/га	Собівартість 1 т, грн.	Загальні виробничі витрати, грн./га	Вартість товарної продукції, грн./га	Умовний чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %
PR64F66 F1	2,27	7810	17729	56659	38930	219,6
Tunca F1	2,16	8204	17720	53914	36194	204,3
Середнє	2,21	12383	27411	55286	27875	211,9

Наведені вище результати дослідження свідчать, що сертифікація органічного вирощування соняшника переводить економіку вирощування цієї культури на якісно новий рівень, дозволяючи за підсумковим показником економічної ефективності – рівнем рентабельності виробництва - у 2,35 рази перевищити традиційну інтенсивну технологію її вирощування. Враховуючи 20% доплату за органічний статус, вартість товарної продукції та умовний чистий прибуток із одиниці посівної площі органічного посіву (55286 грн. та 27875 грн. відповідно) є найвищими з-поміж варіантів досліду.

Вирощування соняшника за екстенсивною (мінімальною) технологією, яка останнім часом набуває все більшої популярності серед невеликих фермерських та одноосібних господарств, хоч і виглядає привабливою в економічному аспекті, але є абсолютно безперспективною з тієї причини, що зазначений рівень урожайності і, відповідно, економічні показники були сформовані за рахунок залишкового рівня родючості. Зокрема, у середньому за фактором А відмова у технології вирощування від добрив і засобів захисту рослин будь-якого походження забезпечила собівартість продукції на рівні 7995 грн./т, загальні виробничі витрати – 7516 грн./га, вартість товарної продукції – 19552 грн./га, умовний чистий прибуток - 12036 грн./га, що зумовило підсумковий показник рентабельності виробництва на рівні всього лише 160,1% (табл. 4).

Із метою більш повного та незалежного від низки об'єктивних і суб'єктивних факторів (насамперед зумовлених кон'юнктурою ринку) аналізу запропонованих технологій вирощування товарного насіння соняшника нами проведена біоенергетична оцінка варіантів досліду за сучасними вимогами (табл. 5).

Аналіз наведених вище результатів досліджень дозволяє зробити висновок, що підсумковий показник енергетичної ефективності вирощування соняшника – енергетичний коефіцієнт – у середньому за фактором А найвищих значень набув за варіантом органічної технології (заміна синтетичних мінеральних туків органічними добривами, а хімічних ЗЗР – органічними інсектицидами) і становив 5,73, що характеризує технологію як надзвичайно високоефективну в енергетичному аспекті. За традиційної інтенсивної технології вирощування цей показник

становив 2,49, що також відносить технологію до розряду високоефективних за витратами загальної енергії. Заміна у технології вирощування синтетичних пестицидів на органічні ЗЗР (біологізована II технологія) характеризувалася також істотним рівнем ефективності використання енергії: кількість спожитої енергії на одиницю посівної площі була в 2,77 рази меншою за кількість, отриману з урожаєм із тієї ж самої площі.

Таблиця 5

Показники енергетичної ефективності вирощування гібридів соняшника за різних рівнів біологізації технології (середнє за 2018-2021 рр.)

Гібрид (фактор А)	Технологія вирощування (фактор В)	Врожайність, т/га	Енергоємність, Гдж/т	Прихід енергії, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Енергетичний коефіцієнт
PR64F66 F1	Традиційна	1,87	7,70	36,24	14,41	21,83	2,51
	Біологізована I	1,94	4,10	37,60	7,93	29,66	4,74
	Біологізована II	2,02	6,90	39,15	14,01	25,14	2,79
	Органічна	2,27	3,30	43,99	7,53	36,46	5,84
	Екстенсивна	0,94	5,50	18,22	5,15	13,06	3,53
Tunca F1	Традиційна	1,83	7,90	35,47	14,37	21,10	2,47
	Біологізована I	1,96	4,10	37,98	7,95	30,03	4,78
	Біологізована II	1,99	7,00	38,57	13,98	24,58	2,76
	Органічна	2,16	3,40	41,86	7,45	34,41	5,62
	Екстенсивна	0,94	5,50	18,22	5,15	13,06	3,53

Варіант органічної I технології вирощування культури також характеризувався високим рівнем енергоефективності: у середньому за фактором А він становив 4,76 (таке значення ми пояснюємо виведенням зі структури виробничих витрат мінеральних добрив, які є найбільш енергоємними). Вирощування соняшника за мінімальною екстенсивною технологією зумовило також істотний рівень енергетичної ефективності процесу – середнє значення органічного коефіцієнту становило 3,53, що перевищило всі інші варіанти досліджу, крім органічної технології вирощування соняшника.

Не менш важливою, особливо у сучасних реаліях істотних кліматичних трансформацій, які зазнають усі агрокліматичні зони держави, є, на нашу думку, оцінка досліджуваних варіантів за їх відповідністю екологічним умовам. Зокрема, екологічною пластичністю вважають середню реакцію сорту чи гібриду на зміну умов середовища, а стабільністю – відхилення емпіричних даних у кожному середовищі від середньої реакції. За даними В. З. Пакудіна і Л. М. Лопатіної, коефіцієнт регресії (bi) характеризує середню реакцію культури на зміну умов середовища за певної технології вирощування, показує пластичність цього зразка і дає змогу прогнозувати зміну досліджуваної ознаки у конкретних умовах. Варіанса стабільності

ознаки (S_i^2) показує, наскільки надійно цей варіант відповідає тій пластичності, яку оцінив коефіцієнт регресії. За порівняння показників пластичності досліджуваних гібридів зразки з коефіцієнтом $b > 1$ належать до високопластичних (щодо середньої групової), за $1 > b = 0$ – до відносно низькопластичних. Якщо показник пластичності достовірно не відрізняється від одиниці, то варіант за реакцією на зміну умов середовища не відрізняється від середньої групової [12].

Оцінка екологічної пластичності і стабільності сортів та гібридів сільськогосподарських культур дозволяє різнобічно охарактеризувати їх щодо формування потенціальної продуктивності певної культури, її технологічної якості і стійкості до дії комплексу стресових факторів [1]. Указані величини за своєю суттю є взаємодоповнюючими показниками. Гібриди, високостабільні до зміни зовнішніх умов, відповідають більш прогнозовану реакцією [12]. На підставі цього твердження випливає, що адаптивність належить до реакції на передбачувані впливи зовнішнього середовища, а стабільність – навпаки.

Під час вивчення взаємодії генотип \times середовище ($G \times E$) різних культур широко використовують порівняльний метод. Метою нашого дослідження є визначення показників екологічної пластичності і стабільності гібридів соняшника середньостиглої екологічної групи за кількісними ознаками продуктивності, встановлення високої і середньопластичних зразків зі стабільним проявом аналізованих ознак (табл. 6).

Таблиця 6

Індекси екологічної толерантності гібридів соняшника залежно від технології вирощування (середнє за 2018-2021 рр.)

Гібрид	Врожайність, т/га	DSI – індекс сприйнятливості до посухи	TOL – індекс толерантності до посухи	YSI – індекс стабільності врожаю	YI – індекс урожайності	STI – індекс толерантності до стресу	b_i – показник пластичності	Sd_i^2 – показник стабільності
PR64F66 F1	1,81	0,91	0,87	0,59	109	0,51	1,06	0,00091
Tunca F1	1,78	0,93	0,82	0,53	104	0,47	0,96	0,00077
Середнє	1,79	0,92	0,85	0,56	107	0,49	1,01	0,00084

У досліді нами відмічена перевага гібриду PR64F66 F1 за основними індексами, що відображають екологічну толерантність, передусім за показником пластичності b_i (1,06 порівняно з 0,96 за варіантом гібриду Tunca F1) і стабільності Sd_i^2 (0,00091 проти 0,00077 відповідно), що свідчить про суттєво вищу відповідність зазначеного гібриду екологічним умовам зони вирощування, зокрема за показником посухостійкості.

Висновки

1. Усі без виключення елементи біологізації технології вирощування гібридів соняшника зумовлювали істотне покращення базисних показників економічної ефективності, насамперед собівартості одиниці продукції, загальних виробничих витрат, виручки, умовно чистого прибутку та підсумкового показнику – рівня рентабельності виробництва. Аналіз останнього показника дозволяє стверджувати, що найвищу економічну привабливість у середньому за фактором А мають варіанти екстенсивної (мінімальної) технології вирощування, за якої рівень рентабельності у середньому за роки проведення дослідження становив 160,1%, за органічною технологією - 159,9%. За умови сертифікації виробника та надання партії товарного соняшника органічного статусу цей показник, зважаючи на 20% органічний бонус, реально збільшити до 211,9%, що є істотним резервом покращення економічного стану господарства.

2. Найвищу енергетичну ефективність у досліді продемонстрували варіанти, в яких не передбачалося застосування найбільш енергетично ємких складників – мінеральних добрив. Варіанти біологізованої І та органічної технології забезпечили значення цього показника на рівні 4,76 і 5,73 відповідно. Інші варіанти також характеризуються нами як енергетично ефективні, адже забезпечують більш ніж 2,5-кратне повернення витраченої енергії на 1 га з урожаєм.

3. Аналіз екологічної відповідності гібридів культури, які формували градацію фактору А досліді, дозволяє дійти висновку про перевагу гібриду PR64F66 F1 за основними індексами, що відображають екологічну толерантність, зокрема за показником пластичності b_1 (1,06 порівняно із 0,96 за варіантом гібриду Tunca F1) і стабільності Sd_1^2 (0,00091 проти 0,00077 відповідно), що свідчить про суттєво вищу відповідність зазначеного гібриду екологічним умовам зони вирощування насамперед за показником посухостійкості, котрий останнім часом розглядається як найбільш принциповий, ураховуючи сучасні кліматичні трансформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края /под ред. И.Т. Трубинина. Краснодар, 2002. Вып. 2. 284 с.
2. Базаров Е.И., Глинка Е.В. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства. Москва, 1983. 43 с.
3. Баранов Н.Н. Экономика использования удобрений. Москва, 1974. 69 с.
4. Бойко Г., Лось Л., Вакуленко Р. Економічний спосіб внесення добрив. *Пропозиція*. 2001. № 4. С. 56–57.
5. Булаткин Г.А. Энергетическая эффективность земледелия и агросистем: взаимосвязи и противоречия. *Агрехимия*. 1997. № 3. С. 63–68.
6. Бурсела М. Сучасні агроекологічні і соціальні аспекти хімізації сільського господарства. *Пропозиція*. 1995. № 1–2. С. 17–18.
7. Величко В.А. Економія родючості ґрунтів. Київ: Аграрна наука, 2010. 274 с.
8. Володин В.М. Агробиоенергетика – новое научное направление. *Земледелие*. 1992. № 9–10. С. 2–4.
9. Володин В.М., Еремена Р.Ф. Оценка системы земледелия на биоэнергетической основе. *Земледелие*. 1989. № 2. С. 35–40.
10. Вольфган Н. Экологическое земледелие в Германии. Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: «Полісся», 2013. 492 с.
11. Гамаюнова В., Дворецкий В., Литовченко А. Роль ресурсосберегающих элементов технологии в увеличении зернопроизводства в условиях южной степи Украины. *Știința agricolă*. 2017. Nr. 2. С. 30–36.

12. Дмитров С. Г. Стабільність та пластичність сучасних гібридів соняшнику. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. 2015. № 3. С. 117–124.

13. Довгалоук Н.В. Методологія визначення та методика аналізу економічної ефективності використання та відтворення основних засобів аграрного сектору економіки. *Економіка. Управління. Інновації*. 2010. № 2. С. 125.

14. Домарацький Є.О Козлова О.П., Базалій В.В. Вплив біофунгіцидів і стимуляторів росту на продуктивність соняшнику та якість олійної сировини. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Зрошуване землеробство»*. Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС», 2001. № 71. С. 24–29.

15. Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Фітосанітарний стан та врожайність гібридів соняшника за різних рівнів біологізації технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 26–32.

16. Жуйков О.Г., Іванів М.О., Ревтьо О.Я., Бурдюг О.О. Агротехнологічні аспекти механічного захисту рослин від бур'янів за біологізації технології вирощування соняшника. *Аграрні інновації*. 2021. Вип. 5. С. 35–40.

17. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Москва: Наука, 1973. 256 с.

18. Іваніна В. В. Баланс біогенних елементів та його регулювання в агроєко-системах Лісостепу за умов біологізації землеробства. *Агробіологія*. 2011. № 6. С. 63–67.

19. Корчинська О.А., Корчинська С.Г. Еколого-економічні аспекти використання засобів хімізації в сільському господарстві. *Економіка АПКІІВ* 2015. № 7. С. 46–51.

20. Кучеренко С. Ю. Організаційно-економічні засади ефективного виробництва соняшнику в Україні. *Економічний вісник університету*. Переяслав–Хмельницький, 2015. № 24/1. С. 45–48.

21. Лавренко С.О. Методика оцінки енергетичної ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Херсон: РЦ «Колос», 2013. С. 6–4.

22. Матейчук Ю. В. Шляхи підвищення економічної ефективності вирощування соняшнику. *Міжнародний науковий журнал*. 2015. № 9. С. 133–136.

23. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у с.-г. виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.

24. Перетятко І. В. Економічна ефективність виробництва соняшнику в сільськогосподарських підприємствах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 2. С. 175–179.

25. Федоряка В. П., Бахчиванжи Л. А., Почколіна С.В. Ефективність виробництва і реалізації соняшнику в Україні. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2013. № 41(2). С. 139–144.

26. Шевченко М.С. Лебідь Є.М. Оптимізація посівних площ соняшнику. Агронімічні закони та економічні пріоритети. *Агроном*. 2016. № 11. С. 23–26.

27. Шкрудь Р.І. Екологізація виробництва соняшника на півдні України. *Збірник наукових праць Миколаївської державної сільськогосподарської станції*. Київ: БМТ, 1999. С. 111–114.

28. Щовть Ю.Ю., Ільків Л.А. Формування ефективності виробництва соняшнику в Україні. *Молодий вчений*. 2015. № 12. С. 184–187.