

УДК 631.5:633.34:632:631.6

DOI: 10.37128/2707-5826-2025-1-3

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ
ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ
ЗА ВИКОРИСТАННЯ
БІОЛОГІЧНИХ
ПРЕПАРАТІВ**

Я.О. ЛІКАР, канд. сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Я.М. ГАДЗАЛО, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України Національна академія аграрних наук України

Р.А. ВОЖЕГОВА, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

У статті наведені результати енергетичного аналізу технології вирощування соняшнику за використання біологічних препаратів. Дослідження першого досліду проводили протягом 2017–2019 років на дослідному полі Інституту зрощуваного землеробства НААН України (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН). Дослідження проводили в двофакторному досліді, який закладали за такою схемою: Фактор А – гібриди: Ясон (оригінація – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, ранньостиглий); гібрид Златсон (оригінація – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, середньоранній); гібрид Чародій (оригінація – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Селекційно-генетичний інститут, середньоранній). Фактор В – стимулятори росту рослин: СТИМПО, Вимпел. Дослідження другого досліду проводили протягом 2016–2018 років на дослідному полі Інституту зрощуваного землеробства НААН України (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН). Двофакторний дослід (фактор А – гібрид, В – біопрепарат) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова. Гібрид соняшнику Ясон (оригінація – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва). Гібрид соняшнику PR64E71 (оригінація – Pioneer (США). Гібрид соняшнику Рімі (оригінація – NS SEME - Інститут рільництва М. Нові Сад, Сербія). Біопрепарати: Агат-25К, Гаупсин, Триходермін.

Досліджено, що найбільший вплив на урожайність насіння гібридів соняшнику здійснював біопрепарат Агат-25К. У варіанті з гібридом Ясон урожайність насіння в середньому зростає до 2,68 т/га, що було більше за контроль на 28,9%. За використання біопрепарату Гаупсин урожайність насіння збільшилась до 2,39 т/га, що більше за контрольний варіант на 15,3%. Мінімальний вплив на урожайність насіння гібрида Ясон мав біопрепарат Триходермін. У гібриду PR64E71 за використання препарату Агат-25К урожайність збільшилась на 33,4%, Гаупсину на 24,1% та Триходерміну на 21,7%. У варіанті з гібридом Рімі найбільшу ефективність забезпечило застосування біопрепаратів Агат-25К та Триходермін, з перевищенням урожайності відносно контролю – на 23,7 та 16,4%, відповідно.

Встановлено, що застосування біопрепаратів з рістстимулюючою дією Агат-25К, Гаупсин та Триходермін забезпечило істотне підвищення надходження сукупної енергії з врожаєм. Найбільше надходження сукупної енергії з врожаєм зафіксоване на варіанті з

препаратом Агат-25К та гібридом Рімі (71,8 ГДж/га).

Установлено, що найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (2,76) встановлений за застосування обробки посівів стимулятором росту рослин «Вимпел» на гібриді соняшнику Чародій.

Ключові слова: соняшник, біологічний захист рослин, стимулятори росту, урожайність, коефіцієнт енергетичної ефективності, енергоємність

Табл. 2. Рис. 2. Літ. 14.

Постановка проблематики досліджень. Енергетичний аналіз технології виробництва рослинницької продукції є основним показником ефективності агровиробництва в сучасних умовах господарювання. Оптимізація енергетичних затрат на основі вивчення потоків енергії на «вході» і «виході» в системах виробництва агрокультур дозволяє зменшити витрати викопних джерел енергії та ефективно використовувати природну інсоляцію. За оптимізованої технології сукупна енергія, що витрачається на створення рослинницької продукції, не повинна перевищувати акумульовану в процесі фотосинтезу енергію отриманого врожаю [1].

Біоенергетичні показники агротехнологічних заходів залежать від інтенсифікації агровиробництва, оскільки за цим іде зростання енергоємності вирощування культури, що вимагає детальних розрахунків енергозатрат усіх технологічних операцій. Даний аналіз дає можливість найбільш точно вивчити та однозначно виразити як прямі затрати енергії на технологічні процеси та операції, так і енергію, вкладену в засоби виробництва, а також отриману продукцію через енергетичну еквівалентність. Це, своєю чергою, дасть змогу виявити і впровадити енергозберігаючі технології та підвищити енергетичний коефіцієнт вирощування культури [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дефіцит енергетичних та виробничих ресурсів, з яким дедалі більше стикається людство, змушує науковців усього світу постійно бути в пошуках перспективних шляхів вирішення завдань мінімізації витрат на виробництво агропродукції. В останні десятиліття внаслідок істотних коливань цін на рослинницьку продукцію, у тому числі й гібридне насіння соняшнику, а також цін на технічні засоби, паливо, добрива, поливну воду, пестициди та інші ресурси, без яких неможливе функціонування рослинницької галузі, виникають труднощі відносно об'єктивної оцінки економічної ефективності різних елементів технології вирощування [3]. Тому за рахунок проведення енергетичного аналізу можна встановити баланс між надходженням енергії та витратами її при здійсненні всіх технологічних операцій, що дає можливість оптимізувати технології вирощування агрокультур, у тому числі й соняшнику [4].

Енергетична оцінка передбачає визначення співвідношення кількості енергії, що накопичилась в урожаї насіння соняшнику в процесі фотосинтезу та сукупної енергії, яка витрачена на виробництво продукції. Такий аналіз забезпечує можливість визначення ступеня окупності енергетичних витрат, виявити найменш енергоємні технологічні операції та розробити енергоощадну

технологію вирощування досліджуваної культури [5, 6, 7]. При вирощуванні гібридного насіння соняшнику витрачаються матеріально-технічні засоби (сільськогосподарські машини, транспортні засоби, устаткування, насіння, добрива, пестициди тощо), енергетичні (паливо, електрична енергія) та трудові (праця механізаторів, робочих, інженерно-технічних працівників тощо) ресурси, які можна відобразити у вигляді енергетичних показників (калоріях або джоулях). Урахування питомої ваги складових енерговитрат на технології вирощування гібридного насіння соняшнику та порівняння цих показників з енергією, що акумульована у врожаї насіння, шляхом використання коефіцієнта енергетичної ефективності дозволяє всебічно встановити вплив досліджуваних факторів і рекомендувати їх для використання у виробничих умовах [8].

Також нині зростають потреби населення в дешевій (доступній) рослинницькій продукції, завдяки чому має зростати ефективність сільськогосподарського виробництва. Це передбачає збільшення обсягів виробництва рослинницької та тваринницької продукції шляхом мінімальних затрат на їх одиницю. Отже, потрібно збільшувати врожайність культур, але тим самим знижувати собівартість продукції. Важливим аспектом у зростанні агровиробництва та отримання бажаних результатів є ефективне використання земельних ресурсів. За основу береться підвищення їх родючості, продуктивних властивостей, прибутковості [9, 10].

Метою досліджень було встановлення енергетичного аналізу розроблених елементів агротехніки вирощування гібридів соняшнику з використанням різних схем захисту рослин.

Матеріал та методика проведення досліджень. Польові досліді закладено згідно методичних рекомендації [11–14].

Дослідження першого досліді проводили протягом 2017–2019 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН України (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН).

Дослідження проводили в двофакторному досліді, який закладали за такою схемою: Фактор А – гібриди: Ясон (оригіна́тор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, ранньостиглий); гібрид Златсон (оригіна́тор – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України, середньоранній); гібрид Чародій (оригіна́тори – Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, Селекційно-генетичний інститут, середньоранній). Фактор В - стимулятори росту рослин: СТИМПО – виробник «Агробіотех» (Україна), Вимпел – виробник «Долина» (Україна).

Дослідження другого досліді проводили протягом 2016–2018 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН України (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН).

Двохфакторний дослід (фактор А – гібрид, В – біопрепарат) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова.

Гібрид соняшнику Ясон (оригіна́тор Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва). Гібрид соняшнику PR64E71 (оригіна́тор – Pioneer (США). Гібрид

соняшнику Рімі (оригіатор – NS SEME - Інститут рільництва М. Нові Сад, Сербія).

Біопрепарат Агат-25К. Призначення препарату: біопрепарати, фунгіциди. Хімічний клас препарату: 4. Основна діюча речовина: ТУ 9291-003-17459725-97, *Pseudomonas aureofaciens*, ТУ 9291-003-17459725-97, речовини біологічно активні культуральної рідини.

Біопрепарат Гаупсин. Водна суспензія штамів бактерії *Pseudomonas aureofaciens* В-111 (ІВМ В-7096) і *Pseudomonas aureofaciens* В-306 (ІВМ В-7097) та продукти їх метаболізму, стартові дози макроелементів (N, P, K).

Біопрепарат Триходермін. Мікробіологічний препарат на основі гриба-антогоніста *Trichoderma viride* (lignorum). Препаративна форма: рідина яка містить спори та міцелій гриба *Trichoderma viride* (lignorum), а також біологічно активні речовини, та токсини які продукуються грибом в процесі виробництва препарату.

Виклад основного матеріалу досліджень. У першому досліді за результатами аналізу одержаних експериментальних даних визначено, що гібридний склад та застосування стимуляторів росту рослин істотно впливали на величину врожаю насіння соняшнику (рис. 1).

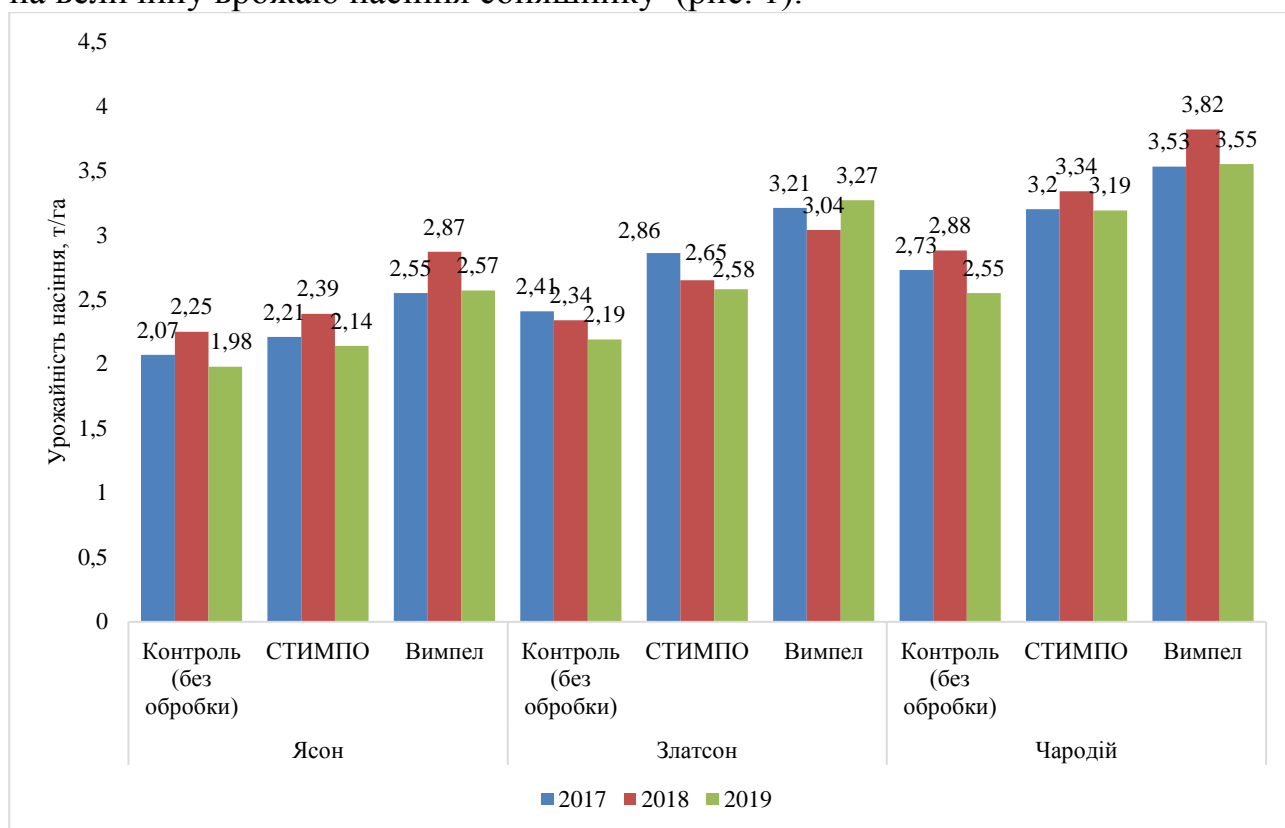


Рис 1. Урожайність насіння гібридів соняшнику залежно від обробки стимуляторами росту, (2017-2019), т/га

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

Різниця урожайності насіння за гібридами становила, в середньому по фактору А, 0,47–0,86 т/га, або 17,2–36,8%. Максимальний середній рівень урожайності був зафіксований у гібриду Чародій – 3,20 т/га. Найменша середня насіннева продуктивність (2,34 т/га) була за вирощування гібриду Ясон.

Застосування стимулятора росту рослин СТИМПО і Вимпел обумовило істотне зростання врожайності у всіх гібридів. Так у гібриду Ясон, у середньому по фактору В, врожайність у контрольному варіанті дорівнювала 2,10 т/га, а за обробки рослин стимуляторами росту СТИМПО і Вимпел відзначено збільшення її на 7,1–26,7%. У гібриду Златсон таке зростання склало 16,9–37,2%, а у варіанті, де вирощували гібрид Чародій – 19,1–33,5%, відповідно.

У польових дослідженнях з соняшником проявилась істотна відмінність у показниках надходження енергії, що обумовлено різницею врожайності насіння у цьому досліді (табл. 1).

Таблиця 1

Показники енергетичної ефективності вирощування гібридів соняшнику залежно від впливу стимуляторів росту (середнє за 2013-2015 рр.)

Гібрид (фактор А)	Стимулятори росту рослин (фактор В)	Енергетичні показники				
		надходження енергії, ГДж/га	витрати енергії, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності	енерго- ємність, ГДж/т
Ясон	Контроль (без обробки)	43,7	25,6	18,1	1,71	12,2
	СТИМПО Оракул	46,8	26,2	20,6	1,78	11,7
	Вимпел	55,3	26,6	28,8	2,08	10,0
Златсон	Контроль (без обробки)	48,0	25,7	22,3	1,87	11,1
	СТИМПО	56,2	26,6	29,6	2,11	9,9
	Вимпел	65,9	27,0	38,9	2,44	8,5
Чародій	Контроль (без обробки)	56,6	26,1	30,5	2,17	9,6
	СТИМПО	67,4	27,1	40,3	2,49	8,4
	Вимпел	75,5	27,4	48,1	2,76	7,5

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

Мінімальне значення надходження енергії – 43,7 ГДж/га, сформувалось у варіанті з гібридом Ясон без застосування стимулятора росту рослин (обробка водою). На гібриді Чародій за використання стимулятора росту рослин Вимпел відбулося зростання цього показника до 75,5 ГДж/га, або на 72,8%.

У контрольних варіантах фактору В з гібридами соняшнику Ясон і Златсон, відзначено зменшення витрат енергії на технологію вирощування культури менше 26,0 ГДж/га. При цьому цей показник збільшився на 6,8–7,0%

(до 27,4 ГДж/га) у варіанті з гібридом Чародій, рослини якого обробляли стимулятором росту рослин Вимпел.

Приріст енергії максимальної величини (40,3–48,1 ГДж/га) сягнув у варіантах з стимуляторами росту рослин СТИМПО і Вимпел за вирощування гібриду Чародій. Цей показник дуже суттєво у 2,3–2,7 рази зменшився у контрольному варіанті сорту Ясон. Коефіцієнт енергетичної ефективності перевищував 2,0 у варіанті з гібридом Ясон лише за умов застосування стимуляторів росту рослин Вимпел, у гібриду Златсон – у варіантах з застосування стимуляторів росту рослин СТИМПО та Вимпел, у гібриду Чародій – в усіх варіантах фактору В. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,76, сформувався за застосування обробки посівів стимулятором росту рослин «Вимпел» гібриду соняшнику Чародій.

Максимальна енергоємність виробництва 1 тонни насіння соняшнику сягнула 12,2 ГДж у контрольному варіанті (без стимуляторів росту рослин) за вирощування гібриду Ясон. Також цей енергетичний показник мав високий рівень у межах 11,1-11,7 ГДж/т у контрольному варіанті з гібридом Златсон та у варіанті з стимулятору росту рослин СТИМПО у гібриду Ясон. Найкраще використання енергії (енергоємність продукції 7,5 ГДж/т) забезпечило вирощування гібриду Чародій з використанням стимулятору росту рослин Вимпел. У середньому за 2016–2018 рр. та у середньому по фактору А (гібрид), максимальну врожайність насіння на рівні 3,17 т/га сформував гібрид Рімі (рис. 2).

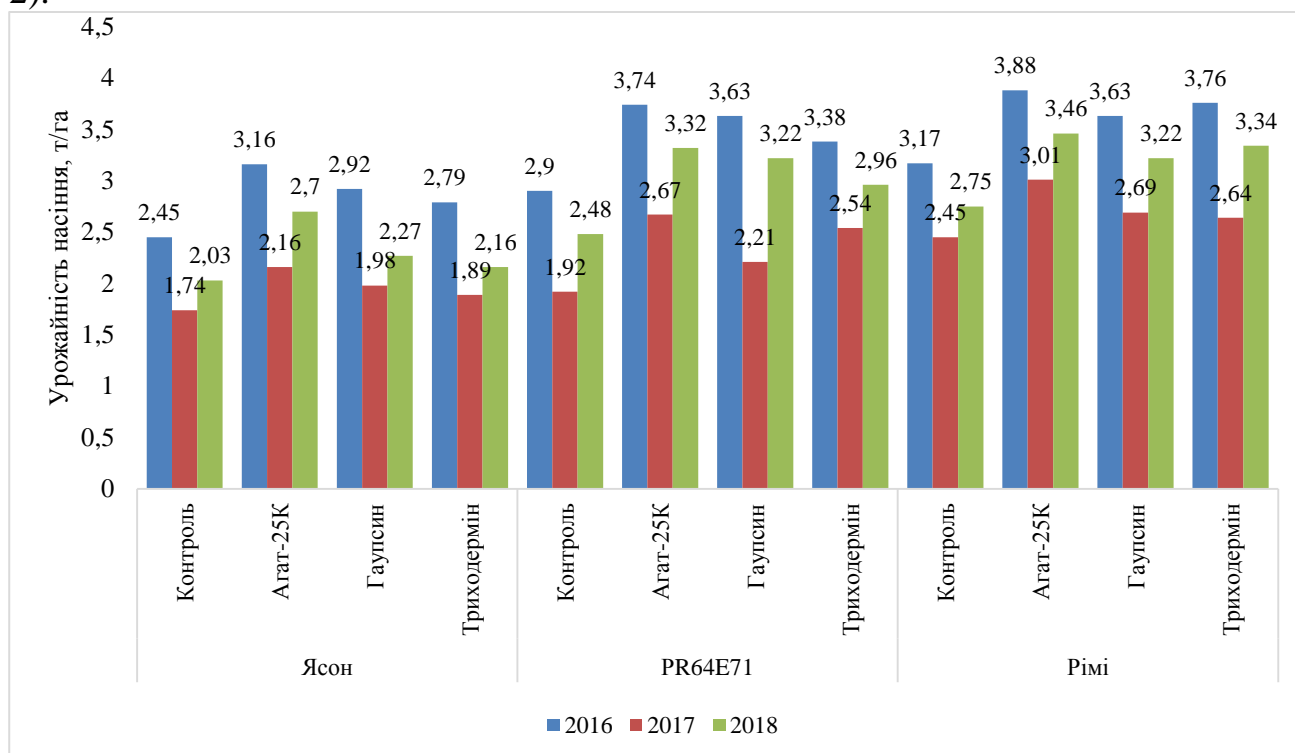


Рис 2. Урожайність насіння гібридів соняшнику залежно від обробки біопрепаратами, т/га

Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень

За вирощування гібриду PR64E71 відзначили зменшення досліджуваного показника на 8,7% (до 2,91 т/га). Мінімальну врожайність насіння соняшнику в середньому 2,36 т/га одержано у гібриду Ясон, що було менше за інші гібриди на 23,7 та 34,5% відповідно. За другим досліджуваним фактором (В – біопрепарати) у всіх досліджуваних гібридів соняшнику проявлялась перевага біопрепарату Агат-25К. У варіанті з гібридом Ясон урожайність насіння в середньому зростає до 2,68 т/га, що було більше за контроль на 28,9%. Також високим цей показник виявився у варіанті з використанням біопрепарату Гаупсин – 2,39 т/га насіння, що більше за контрольний варіант на 15,3%. Мінімальний вплив мав біопрепарат Триходермін. Врожайністю насіння збільшилось в порівнянні з контролем мінімально (на 9,8%). У гібриду PR64E71 за використання препарату Агат-25К урожайність збільшилась на 33,4%, Гаупсину на 24,1% та Триходерміну на 21,7%. У варіанті з гібридом Рімі найбільшу ефективність забезпечило застосування біопрепаратів Агат-25К та Триходермін, з перевищенням урожайності відносно контролю – на 23,7 та 16,4%, відповідно.

У польовому досліді з соняшником застосування біопрепаратів забезпечило істотне підвищення надходження сукупної енергії з врожаєм, особливо у варіанті з препаратом Агат-25К порівняно з контрольним варіантом фактора В. Досліджуваний показник сягнув 71,8 ГДж/га у варіанті з гібридом Рімі та застосуванні біопрепарату Агат-25К (табл. 2).

У варіанті з гібридом Ясон надходження енергії зменшилось на 65,8%, (до 43,3 ГДж/га).

Таблиця 2

Енергетична оцінка розроблених біологізованих елементів технології вирощування соняшнику (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Біопрепарат (фактор В)	Енергетичні показники				
		надходження енергії, ГДж/га	витрати енергії, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності	енергоємність, ГДж/т
Ясон	Контроль	43,3	25,5	17,7	1,69	12,3
	Агат-25К	55,7	26,8	28,9	2,08	10,0
	Гаупсин	49,7	26,6	23,1	1,87	11,1
	Триходермін	47,4	26,5	20,9	1,79	11,6
PR 64 E 71	Контроль	50,5	25,8	24,7	1,96	10,6
	Агат-25К	67,6	27,3	40,3	2,48	8,4
	Гаупсин	62,8	27,1	35,7	2,32	9,0
	Триходермін	61,6	27,0	34,5	2,28	9,1
Рімі	Контроль	58,0	26,1	31,9	2,22	9,4
	Агат-25К	71,8	27,5	44,3	2,61	8,0
	Гаупсин	66,1	27,2	38,9	2,43	8,6
	Триходермін	67,6	27,3	40,3	2,48	8,4

Джерело: сформовано на основі власних результатів досліджень

Витрати енергії внаслідок особливостей технологічної схеми цього польового дослідження несуттєво змінювались за факторами і варіантами – максимально у межах 7,8%. Зростання цього показника зафіксували у варіанті із застосуванням всіх біопрепаратів за вирощування гібриду Рімі.

Приріст енергії коливався у межах 2,5 разів – від 17,7 до 44,3 ГДж/га. Причому найвищі його значення одержали за вирощування гібриду Рімі, насіння якого обробляли перед сівбою біопрепаратом Агат-25К. На цьому ж варіанті сформувався максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,61, що було більше на 54,4% за найгірший варіант – гібрид Ясон, контроль без біопрепаратів, де він склав 1,69. Також високий рівень цього показника (2,48) зафіксовано у гібриду PR 64 E 71 за використання біопрепарату Агат-25К, а також у гібриду Рімі – за передпосівної обробки насіння Триходерміном.

Зростання енергоємності одержаної продукції (насіння соняшнику) до 12,3 ГДж/т зафіксували за вирощування гібриду Ясон без обробки насіння біопрепаратами (контроль). Досліджуваний показник істотно зменшився на 53,8% у варіанті з гібридом Рімі за обробки його насіння біопрепаратом Агат-25К.

Висновки і перспективи подальших досліджень У досліджуваних гібридів соняшнику найбільший вплив на урожайність насіння здійснював біопрепарат Агат-25К. У варіанті з гібридом Ясон урожайність насіння, в середньому, зросла до 2,68 т/га, що було більше за контроль на 28,9%. Також високим цей показник виявився у варіанті з використанням біопрепарату Гаупсин – 2,39 т/га насіння, що більше за контрольний варіант на 15,3%. Мінімальний вплив мав біопрепарат Триходермін. У гібриду PR64E71 за використання препарату Агат-25К урожайність збільшилась на 33,4%, Гаупсину на 24,1% та Триходерміну на 21,7%. У варіанті з гібридом Рімі найбільшу ефективність забезпечило застосування біопрепаратів Агат-25К та Триходермін, з перевищенням урожайності відносно контролю – на 23,7 та 16,4%, відповідно.

У польовому досліді з соняшником застосування біопрепаратів з рістстимулюючою дією Агат-25К, Гаупсин та Триходермін забезпечило істотне підвищення надходження сукупної енергії з врожаєм. Найбільше надходження сукупної енергії з врожаєм зафіксоване на варіанті з препаратом Агат-25К та гібридом Рімі (71,8 ГДж/га). Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (2,76) встановлений за застосування обробки посівів стимулятором росту рослин «Вимпел» на гібриді соняшнику Чародій.

Список використаної літератури

1. Репілевський Д.Е., Іванів М.О. Економічна та енергетична оцінка вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів зрошення в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2021. № 120. С. 132–140. <https://doi.org/>

10.32851/2226-0099.2021.120.18.

2. Averchev O., Fesenko H. Analysis of economic aspects of buckwheat, panicum and rice growing and production in central and Eastern Europe and Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2019. Vol. 59 (5). P. 213–221. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/773>.

3. Марченко Т.Ю., Писаренко П.В., Глушко Т.В. Кукурудза на зрошенні. Способи і окупність поливів. *Агрономія сьогодні. Здоров'я рослин: Кукурудза*. Київ: Impress-media.kiev, 2017. С. 71–73.

4. Жуйков О.Г., Лаврись В.Ю., Жуйков Т.О. Економічна та біоенергетична ефективність отримання лікарської фітосировини соняшника декоративного за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2024. № 19. С. 55–61. <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2024.19.6>.

5. Григор'єв В.І. Водокористування в умовах недостатнього енергопостачання. *Водне господарство України*. 1997. № 1. С. 6–9.

6. Петриченко В.Ф., Кобак С.Я., Колісник С.І. Науково-практичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах у різних ґрунтово-кліматичних умовах. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 19–25.

7. Логоша Р.В., Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю. Економічна та біоенергетична ефективність використання дигестату біогазових станцій при вирощуванні сільськогосподарських та овочевих культур в умовах євроінтеграції України. *Бізнес Інформ*. 2022. № 9. С. 40–52. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-9-40-52>.

8. Сакун А.Ж., Корчагіна В.Г. Поточна ситуація та особливості організації зернового ринку. *Таврійський науковий вісник. Збірник наукових праць*. 2006. Вип. 44. С. 219–222.

9. Шпичак О.М. Економічні проблеми на ринку зерна України. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 10. С. 5–10.

10. Жуйков Г.Є., Димов О.М. Порівняльна економіко-енергетична оцінка вирощування основних с.-г. культур на Півдні України. *Вісник аграрної науки південного регіону*. 2000. № 2. С. 85–89.

11. Тараріко Ю.О., Несмашна О.Ю., Бердніков О.М., Глущенко Л.Д., Личук Г.І. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково методичне забезпечення). Київ: Аграрна наука, 2005. 200 с.

12. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 206 с.

13. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.

14. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Монографія. Херсон: Вид. Грінь Д.С., 2014. 286 с.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Repilevskiy D.E., Ivaniv M.O. (2021). Ekonomichna ta enerhetychna otsinka vyroshchuvannya hibrydiv kukurudzy riznykh hrup FAO zalezno vid sposobiv zroshennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [*Economic and energy assessment of growing corn hybrids of different FAO groups depending on irrigation methods in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine*]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk. Seriya: Silskohospodarski nauky – Tavria Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences*. Vol. 120. 132–140. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.18>. [in Ukrainian].
2. Averchev O., Fesenko H. (2019). Analysis of economic aspects of buckwheat, panicum and rice growing and production in central and Eastern Europe and Ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. Vol. 59 (5). P. 213–221. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/773>. [in English].
3. Marchenko T.Yu., Pisarenko P.V., Glushko T.V. (2017). Kukurudza na zroshenni. Sposoby i okupnist polyviv [*Corn under irrigation. Methods and payback of irrigation*]. *Ahronomiia sohodni. Zdorovia roslyn: Kukurudza – Agronomy today. Plant health: Corn*. Kyiv: Impress-media.kiev. 71–73. [in Ukrainian].
4. Zhuikov O.H., Lavrys V.Yu., Zhuikov T.O. (2024). Ekonomichna ta bioenerhetychna efektyvnist otrymannia likarskoi fitosyrovyny soniashnyka dekoratyvnoho za orhanichnoi tekhnolohii vyroshchuvannya. [*Economic and bioenergetic efficiency of obtaining medicinal phytoraw materials of ornamental sunflower using organic cultivation technology*]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk. Seriya: Ekonomika – Tavria Scientific Bulletin. Series: Economics*. Vol. 19. 55–61. <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2024.19.6>. [in Ukrainian].
5. Hryhoriev V.I. (1997). Vodokorystuvannya v umovakh nedostatnoho enerhopostachannia [*Water use in conditions of insufficient energy supply*]. *Vodne gospodarstvo Ukrainy – Water Management of Ukraine*. Vol. 1. 6–9. [in Ukrainian].
6. Petrychenko V.F., Kobak S.Ya., Kolisnyk S.I. (2019). Naukovo-praktychni rekomendatsii shchodo optymalnoho spivvidnoshennia silskohospodarskykh kultur u sivozminakh u riznykh gruntovo-klimatychnykh umovakh [*Scientific and practical recommendations on the optimal ratio of agricultural crops in crop rotations under different soil and climatic conditions*]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production*. Vol. 87. 19–25. [in Ukrainian].
7. Logosha R.V., Palamarchuk V.D., Krychkovsky V.Yu. (2022). Ekonomichna ta bioenerhetychna efektyvnist vykorystannia dyhestatu biohazovykh stantsii pry vyroshchuvanni silskohospodarskykh ta ovochevykh kultur v umovakh yevrointehratsii Ukrainy [*Economic and bioenergetic efficiency of using digestate from biogas plants when growing agricultural and vegetable crops in the context of Ukraine's European integration*]. *Biznes Inform – Business Inform*. Vol. 9. 40–52. [in Ukrainian].
8. Sakun A.Zh., Korchagina V.G. (2006). Potochna sytuatsiia ta osoblyvosti orhanizatsii zernovoho rynku [*Current situation and peculiarities of grain market organization*]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk. Zbirnyk naukovykh prats – Tavria*

Scientific Bulletin. Collection of scientific papers. Vol. 44. 219–222. [in Ukrainian].

9. Shpychak O.M. (2002). Ekonomichni problemy na rynku zerna Ukrainy [*Economic problems in the grain market of Ukraine*]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agricultural science*. Vol. 10. 5–10. [in Ukrainian].

10. Zhuikov G.E., Dymov O.M. (2000). Porivnialna ekonomiko-enerhetychna otsinka vyroshchuvannia osnovnykh s.-h. kultur na Pivdni Ukrainy [*Comparative economic and energy assessment of growing the main agricultural crops in the South of Ukraine*]. *Visnyk ahrarnoi nauky pivdennoho rehionu – Bulletin of Agricultural Science of the Southern Region*. Vol. 2. 85–89. [in Ukrainian].

11. Tarariko Yu.O., Nesmashna O.Yu., Berdnikov O.M., Glushchenko L.D., Lychuk G.I. (2005). Bioenerhetychna otsinka silskohospodarskoho vyrobnytstva (naukovometodychne zabezpechennia) [*Bioenergetic assessment of agricultural production (scientific and methodological support)*]. Kyiv: Agrarian science. 200. [in Ukrainian].

12. Medvedovskyi O.K., Ivanenko P.I. (1988). Enerhetychnyi analiz intensyvykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi [*Energy analysis of intensive technologies in agricultural production*]. K.: Urozhay. [in Ukrainian].

13. Ushkarenko V.O., Vozhegova R.A., Holoborodko S.P., Kokovikhin S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo): navchalnyi posibnyk* [*Field experiment methodology (Irrigated agriculture): textbook*]. Kherson: Grin D. [in Ukrainian].

14. Vozhegova R.A., Lavrynenko Y.O., Malyarchuk M.P. (2014). Methodology of field and laboratory research on irrigated lands. Monograph [*Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh. Monohrafiia*]. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].

ANNOTATION

ENERGY ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF GROWING SUNFLOWER HYBRIDS USING BIOLOGICAL PREPARATIONS

The article presents the results of the energy analysis of the technology of growing sunflower using biological preparations. The research of the first experiment was conducted during 2017–2019 at the experimental field of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS of Ukraine (now the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS). The research was conducted in a two-factor experiment, which was laid out according to the following scheme: Factor A - hybrids: Yason (originator - V.Ya. Yuryev Institute of Plant Breeding of the NAAS of Ukraine, early ripening); hybrid Zlatson (originator - V.Ya. Yuryev Institute of Plant Breeding of the NAAS of Ukraine, medium-early); hybrid Charodiy (originators - V.Ya. Yuryev Institute of Plant Breeding of the NAAS, Selection and Genetics Institute, medium-early). Factor B - plant growth stimulants: STIMPO, Vympel. The second experiment was conducted during 2016–2018 at the experimental field of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS of Ukraine (now the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS). The two-factor experiment (factor A – hybrid, B – biological product) was set up using the randomized split block method. The replication was fourfold. Sunflower hybrid Yason (originator V.Ya. Yuryev Institute of Plant Breeding). Sunflower hybrid PR64E71 (originator – Pioneer (USA). Sunflower hybrid Rimi (originator – NS SEME - Institute of

Agriculture, Novi Sad, Serbia). Biological products: Agat-25K, Gaupsin, Trichodermin.

It was studied that the greatest impact on the yield of sunflower hybrid seeds was exerted by the biological product Agat-25K. In the variant with the Jason hybrid, the seed yield, on average, increased to 2.68 t/ha, which was 28.9% more than the control. When using the biological product Gaupsin, the seed yield increased to 2.39 t/ha, which was 15.3% more than the control. The minimal impact on the yield of Jason hybrid seeds was exerted by the biological product Trichodermin. In the hybrid PR64E71, when using the Agat-25K preparation, the yield increased by 33.4%, Gaupsin by 24.1% and Trichodermin by 21.7%. In the variant with the Rimi hybrid, the greatest efficiency was provided by the use of biological preparations Agat-25K and Trichodermin, with an excess of yield over the control by 23.7 and 16.4%, respectively.

It was established that the use of biological preparations with growth-stimulating action Agat-25K, Gaupsin and Trichodermin provided a significant increase in the total energy intake with the harvest. The greatest total energy intake with the harvest was recorded in the variant with the Agat-25K preparation and the Rimi hybrid (71.8 GJ/ha). It was established that the highest energy efficiency coefficient (2.76) was established when treating crops with the plant growth stimulator "Vympel" on the Charodiy sunflower hybrid.

Key words: *sunflower, biological plant protection, growth stimulants, yield, energy efficiency ratio, energy intensity.*

Table 2. Fig 2. Lit. 14.

Відомості про авторів

Лікар Ярослав Олександрович – кандидат с.-г. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України (03041, Київ, вул. Героїв Оборони, 15. email: izz.biblio@ukr.net).

Гадзало Ярослав Михайлович – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України Національна академія аграрних наук України (01010, Київ, вул. Михайла Омеляновича-Павленка, 9. email: izz.biblio@ukr.net).

Вожегова Раїса Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України (67667, Одеська область, Одеський район, вул. Маяцька дорога, 24, смт. Хлібодарське. email: izz.biblio@ukr.net)

Likar Yaroslav Oleksandrovych – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine (03041, Kyiv, Heroiv Oborony St., 15. email: izz.biblio@ukr.net).

Hadzalo Yaroslav Mykhailovych – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (01010, Kyiv, Mykhailo Omelyanovicha-Pavlenko St., 9. email: izz.biblio@ukr.net).

Vozhegova Raisa Anatoliivna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine Institute of Climate-Oriented Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (67667, Odesa region, Odessa district, 24 Mayatska doroga st., Khlibodarske village. email: izz.biblio@ukr.net).