

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПОСІВАМИ СОЇ
В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ****ВОЖЕГОВА Р.А.** – доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>**КОКОВІХІН С.В.** – доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-1687-6889>**ЗАЄЦЬ С.О.** – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0001-7853-7922>**НЕТІС В.І.** – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0002-4403-083X>**ОНУФРАН Л.І.** – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0001-6247-4920>Інститут зрошувального землеробства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Одним з основних факторів життєдіяльності рослин є сонячна енергія. Вона є єдиним джерелом енергії для фотохімічних процесів фотосинтезу рослин та створення органічної речовини. Енергія сонячного світла, яка надходить на посіви та кількість CO₂ в повітрі, достатні для отримання значно вищих урожаїв, ніж тих, що отримують у теперішній час. Для підтримання фотосинтезу на високому рівні, рослини повинні бути забезпечені водою та елементами кореневого живлення. Проте в посушливій зоні півдня України рівень вологозабезпечення та мінерального живлення є факторами, які знаходяться в мінімумі та визначають рівень урожайності культур. Основна задача землеробства полягає в тому, щоб оперуючи керованими чинниками продуктивності, що знаходяться в мінімумі (вода, добрива), найбільшою мірою використовувати некеровані фактори: енергію сонячної радіації та CO₂ повітря. Чим повніше будуть здійснюватись ці умови, тим більше землеробство буде набувати якості керованого високоінтенсивного виробництва. Багато вчених зазначають, що для отримання високого врожаю будь-якої культури необхідно створювати такі посіви, які б могли якомога повніше поглинати фотосинтетично активну радіацію (ФАР) та використовувати її на фотосинтез з найбільшим коефіцієнтом корисної дії (ККД) [1]. Проте сонячна енергія, як фактор урожаю, при вирощуванні культур, поки що не враховується, а це не дає можливості реалізувати потенціал продуктивності існуючих сортів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі зазначається, що поглинання та розміри використання сонячної енергії ФАР значною мірою залежать від технології вирощування культури [2; 3]. Встановлено, що вузькорядний спосіб сівби сої створює кращі умови для використання сонячної енергії, порівняно з ширококорядним, а мінеральні добрива сприяють нагромадженню енергії та підвищують коефіцієнт використання ФАР [2; 3]. Відомо, що на фотосинтез рослини використовують лише 1–3% поглинутої сонячної енергії [1; 4]. У досліді, проведеному в Інституті зрошувального землеробства НААН, посіви сої за врожайності 1,44–2,77 т / га використовували 1,2–

2,3% енергії ФАР, яка надходила на посіви [5]. Проте існуючі знання закономірностей перетворення сонячної енергії в органічну речовину та насіння поки що не дають можливості підняти ККД ФАР посівами сої до 5%. На зрошуваних землях півдня України поглинання та використання ФАР посівами сої залишаються недостатньо дослідженими, тому вивчення цих питань є актуальним.

Мета і методика досліджень. Метою досліджень було вивчити вплив сорту, фону живлення і норми висіву насіння на поглинання й використання посівами сої сонячної енергії та визначити комплекс заходів формування посівів з високим рівнем використання енергії ФАР в умовах зрошення.

Дослідження проводились упродовж 2015–2017 років на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН. Ґрунт дослідних ділянок темно-каштановий середньосуглинковий. Попередником сої була пшениця озима. Сіяли середньоранні сорти Аратта і Софія на трьох фонах живлення та трьох нормах висіву (табл. 1) з міжряддями 45 см. Агротехніка в досліді була загальновизнана для сої на зрошуваних землях півдня України, крім досліджуваних факторів. На ділянках вологість шару ґрунту 0,5 м поливами підтримувалась не нижче 70% НВ. Польові досліді проводились за методикою дослідної справи [6].

Надходження на посіви фотосинтетично активної радіації (область спектра 380–710 нм), проникаючу до ґрунту, відбиту від посіву й ґрунту та поглинуту ФАР визначали фотінтегратором конструкції Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, в період цвітіння-формування бобів, у чотирьох місцях кожної ділянки. Використання енергії ФАР на фотосинтез розраховували як відношення акумульованої енергії в урожаї до тієї ФАР, яка надійшла на посіви за період вегетації сої. При цьому надходження ФАР за вегетацію визначали методом С.І. Сивкова [7] за тривалістю сонячного саява визначеного геліографом Кемпбела-Стокса на Херсонській метеостанції. Акумуляовану енергію в урожаї визначали за вмістом та енергоємністю (кДж / кг) білка, олії, вуглеводів, стебел [8].

Результати досліджень. Дослідження показали, що за період вегетації середньоранніх сортів

сої Аратта і Софія на посіви надходило 1350–1400 МДж / м² енергії фотосинтетично активної радіації. За даними Херсонської метеостанції, яка знаходиться у місці проведення досліджень, з травня до вересня надходить енергії ФАР у середньому 1600 МДж / м² [9], що достатньо для забезпечення енергетичних потреб рослин сої усіх груп стиглості.

Встановлено, що посіви сої поглинали 69–86% ФАР (коефіцієнт поглинання 0,69–0,86), яка надходила на посіви, відбивали (альbedo) 9,6–13,0%, пропускали до ґрунту 3,2–18,7% (табл. 1).

Поглинання ФАР та інші складові балансу енергії сонячної радіації в посівах сої істотно залежали від сорту, фону живлення і густоти посіву.

Таблиця 1 – Коефіцієнти поглинання ФАР та інші показники радіаційного балансу посівів сої за різних заходів вирощування (середнє за 2015–2017 рр.)

Фон живлення	Норма висіву, тис. / га	Альbedo посіву, %		Проникало ФАР до ґрунту, %		Коефіцієнт поглинання ФАР	
		Аратта	Софія	Аратта	Софія	Аратта	Софія
Без добрив	400	11,5	9,6	15,6	18,7	0,69	0,72
	600	13,0	12,6	12,2	12,3	0,75	0,75
	800	11,9	11,4	8,8	11,9	0,80	0,77
Інокуляція	400	10,4	11,2	5,3	5,6	0,84	0,84
	600	11,0	10,0	5,0	4,5	0,84	0,85
	800	10,9	10,5	3,5	3,4	0,86	0,85
N ₆₀ P ₄₀ + інокуляція	400	11,3	11,5	7,9	5,6	0,82	0,83
	600	10,8	9,9	3,9	4,0	0,86	0,86
	800	12,2	11,5	5,6	3,2	0,83	0,85

НІР₀₅ для коефіцієнтів поглинання: сорт – 0,04, фон живлення – 0,04, норми висіву – 0,03

При цьому поглинання енергії найбільшою мірою залежало від густоти стояння рослин і площі листової поверхні. Чим більша густина рослин, до відповідної межі, тим більше ФАР поглинали посіви. Так, посіви сорту Аратта без добрив за норми висіву 400 тис./га поглинали 69% ФАР, що надходила на рослини, а при 800 тис. / га – 80%. Це обумовлено тим, що при загущенні посівів збільшувалася площа листової поверхні, внаслідок чого енергія ФАР поглиналася повніше. Поглинання ФАР посівами сої знаходиться в прямій залежності від розміру листової поверхні. Коефіцієнт кореляції між площею листя і розмірами поглинання ФАР становив 0,86–0,94. Поглинання ФАР підвищувалося за мірою збільшення площі листя до 36 тис. м² / га і становило 69%, при 42 тис. м² / га у сорту Аратта і 46 тис. м² / га – у сорту Софія, досягало максимального рівня – 83–86%. За літературними даними зелене листя поглинає близько 85% ФАР [10].

Подальше збільшення площі листя не підвищувало коефіцієнт поглинання ФАР, а призводило до більшого затінення в посівах та зниження чистої продуктивності фотосинтезу рослин. Розмір поглинання ФАР залишався на тому ж рівні – 83–86%. Крива поглинання виходила на плато світлового насичення. Отже, максимум поглинання ФАР посівами сої (83–86%) досягається за площі листя 42–46 тис. м² / га. За іншими даними максимальне поглинання ФАР широкорядними посівами сої відбувається при площі листової поверхні 45 тис. м² / га, а збільшення її перестав підвищувати поглинання ФАР та свідчить про досягнення рослин і не призводить до збільшення врожайності [11]. Ці дані свідчать, що при намаганні підвищити врожайність сої за рахунок збільшення площі листової поверхні вище оптимальної, ми стикаємося з рядом обмежуючих чинників: зниження освітленості в посівах, а, отже, й інтенсивності фотосинтезу, наростання конкуренції за фактори життєдіяльності тощо. Тому при формуванні врожаю важливо на-

правляти його хід виключно на максимальне поглинання посівами сонячної енергії.

Отже, однією з основних умов для максимального поглинання посівами сої сонячної енергії є формування оптимальної густоти стояння рослин та площі листової поверхні. При цьому для сої важливо, щоб листові поверхні забезпечували максимальне поглинання ФАР уже в період бутонізації. Ряд вчених зазначають, що темпи росту й урожайність сої знижуються, якщо з початком репродуктивного періоду площа листя не забезпечує максимального поглинання сонячної радіації [12].

На поглинання енергії ФАР посівами сої суттєво впливав також фон живлення. Встановлено, що без добрив посіви обох сортів поглинали 69–80% ФАР, що надходила на посіви, а при інокуляції насіння поглинання ФАР збільшувалось до 84–86%. З цього питання відомо, що поліпшення мінерального живлення рослин, особливо азотом, сприяє підвищенню сприймання листками сонячної радіації, внаслідок нагромадження в листках більшої кількості хлорофілу [13]. У наших дослідженнях поглинання ФАР залежало більше від інокуляції насіння, ніж від мінеральних добрив, що можна пояснити високою ефективністю азотфіксації за інокуляції насіння сої.

Аналіз складових радіаційного режиму показує, що відбуваються значні втрати енергії ФАР посівами сої, залежно від агротехнічних заходів вирощування. Значна частка ФАР – 9,6–13,0%, що надходила на посіви сої, відбивалась від рослин і розсіювалася у навколишньому просторі. При цьому альbedo збільшувалось за мірою загущення посіву та зімкненості стеблостою. Так, на посівах сорту Софія без добрив за норми висіву 400 тис. / га альbedo становило 9,6%, а за норми 600–800 тис. / га – 11,4–12,6%.

На альbedo посівів впливав також фон живлення. На удобрених посівах сорту Аратта менше відбивалось і втрачалось ФАР, ніж без добрив.

Так, на не удобрених посівах цього сорту альbedo становило 11,5–13,0%, а на фоні інокуляції – 10,4–11,0%, що можна пояснити високим вмістом хлорофілу в листках сої та кращим поглинанням ними сонячної енергії.

Ще більшим джерелом втрат енергії, що надходить на посіви сої, є частка ФАР, яка проникає через посів до ґрунту. Після змикання травостою, до ґрунту проникало від 3,2 до 18,7% видимих променів, які поглинались ґрунтом, нагрівали його, а для рослин втрачались. При цьому чим рідший посів, тим більше ФАР проникало до ґрунту і втрачалось.

За інокуляції насіння вказані втрати ФАР посівами обох сортів сої значно зменшувались і становили 3,4–5,6%, внаслідок збільшення надземної маси і площі листя рослин, що сприяло більшому поглинанню сонячної енергії.

Кращі умови для поглинання сонячної енергії посівами сої сортів Аратта і Софія склались за норми висіву насіння 600 тис. / га та інокуляції на-

сіння. За таких умов рослини сої поглинали 83–86% ФАР від тієї, що надходила на посіви. При більшому загущенні посівів нижні яруси листя сильно затінялись, жовтіли й частково відмирили, через те, що їм не вистачало енергії ФАР необхідної для фотосинтезу. Одержані дані свідчать, що розмір поглинання ФАР посівами сої можна успішно регулювати агротехнічними заходами та доводити його до максимального значення. Це важливо тому, що між розмірами поглинання ФАР і врожайністю сої існує тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,81$).

Проте важливий не тільки високий відсоток поглинання посівами ФАР, а й використання її для формування врожаю [1]. Наші дослідження показали, що за період вегетації сої сортів Аратта і Софія на її посіви надходило 13541–14042 ГДж / га фотосинтетично активної радіації, а кількість енергії, яка накопичена в урожаї, становила 331,6–480,0 ГДж / га. Посіви сої використовували на врожай лише 2,44–3,42% сонячної енергії, яка надходила на посіви (табл. 2).

Таблиця 2 – Використання сонячної енергії ФАР посівами сої, залежно від сорту, фону живлення і норми висіву (середнє за 2015–2017 рр.)

Фон живлення	Норма висіву, тис. / га	Надійшло на посіви ФАР, ГДж / га		Акумуляовано енергії в урожаї, ГДж / га		Використано енергії ФАР, % (ККД _{ФАР})	
		Аратта	Софія	Аратта	Софія	Аратта	Софія
Без добрив	400	13541	14042	331,6	381,1	2,44	2,71
	600	13541	14042	363,7	394,7	2,68	2,85
	800	13541	14042	362,2	402,8	2,66	2,87
Інокуляція	400	13541	14042	416,5	419,4	3,06	2,99
	600	13541	14042	459,3	447,0	3,38	3,19
	800	13541	14042	427,1	419,7	3,15	3,01
N ₃₀ P ₄₀ + інокуляція	400	13541	14042	397,1	412,6	2,93	2,95
	600	13541	14042	419,6	480,0	3,10	3,42
	800	13541	14042	398,6	436,2	2,95	3,12
N ₆₀ P ₄₀ + інокуляція	400	13541	14042	406,8	417,2	3,00	2,99
	600	13541	14042	416,9	410,8	3,09	2,95
	800	13541	14042	360,6	386,0	2,67	2,77

Примітка: ККД_{ФАР} – коефіцієнт корисної дії.

Використання ФАР посівами сої значною мірою залежало від агротехнічних заходів вирощування. На всіх варіантах досліду більш ефективно енергію ФАР використовували посіви сорту Софія. ККД_{ФАР} цього сорту становив 2,71–3,42%, а сорту Аратта – 2,44–3,38%. Ці дані свідчать, що для збільшення поглинання і використання сонячної енергії посівами сої істотне значення мають генетично зумовлені сортові особливості.

Суттєво впливав на використання сонячної енергії також фон живлення. Так, без добрив ККД_{ФАР} складав 2,44–2,87%, інокуляція насіння сприяла підвищенню його до 2,99–3,38%, а внесення добрив N₃₀P₄₀+інокуляція підвищували цей показник у сорту Софія до 3,42%. Збільшення дози добрив до N₆₀P₄₀ не сприяло подальшому підвищенню відсотка використання ФАР.

Значно впливала на використання сонячної енергії й густина посіву. Найвищі показники використання ФАР на посівах обох сортів були за норми висіву 600 тис. / га, а на зріджених (400 тис. / га) і загущених (800 тис. / га) ефективність використання ФАР знижувалася.

Установлено, що між використанням ФАР і врожаєм сої існує тісна кореляційна залежність ($r = 0,81$). Тому для одержання високого врожаю сої важливо за допомогою комплексу агротехнічних заходів створювати такі посіви, які б максимально поглинали й використовували сонячну енергію. Сорт Софія найбільш ефективно використовував енергію ФАР з ККД_{ФАР} 3,42% і формував урожайність 3,2 т / га за норми висіву 600 тис. / га та фону живлення N₃₀P₄₀+інокуляція насіння, а сорт Аратта – з ККД_{ФАР} 3,38%, забезпечував урожайність 3,04 т / га за інокуляції насіння та норми висіву 600 тис. / га.

Висновки. Поглинання і використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) посівами сої істотно залежить від сорту, фону живлення і густоти посіву, що дає можливість регулювати їх розміри. Поглинання ФАР знаходиться в тісній залежності від густоти посіву і площі листової поверхні ($r = 0,86–0,94$). Максимальне поглинання ФАР посівами сої становить 83–86% і проходить за площі листя 42–46 тис. м² / га, а збільшення її перестав підвищувати коефіцієнт поглинання. Значна частина ФАР відбивається від посівів

(9,6–13,0%), проходить до ґрунту (3,2–18,7%) і не використовується рослинами. Кращі умови для поглинання сонячної енергії посівами сої сортів Аратта і Софія склалися за норми висіву 600 тис. / га та інокуляції насіння.

На формування врожаю сої використовувалось 2,44–3,42% ФАР від тієї, що надходила на посіви. Між величиною ККД_{ФАР} і врожайністю сої існує тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,81$). Більш ефективно сонячну енергію використовували посіви сорту Софія – 2,71–3,42%, а сорту Аратта – 2,44–3,38%. Кращі умови для поглинання та ефективного використання сонячної енергії посівами сої сорту Софія склалися за норми висіву 600 тис. насінин на 1 га та фону живлення $N_{30}P_{40}$ + інокуляція насіння, а сорту Аратта – за інокуляції насіння та норми висіву 600 тис. / га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ничипорович А.А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности. *Физиология с.-х. растений*. Изд. МГУ, 1967. Т.1. С. 309–353.
2. Чинчик О.С. Оптимізація сортової агротехніки вирощування сої за рахунок способу сівби та удобрення в умовах Західного Лісостепу України: автореф. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09 «Рослинництво». Кам'янець-Подільський. 2008. 20 с.
3. Anil Kumar. Radiation use efficiency and weather parameter influence during life cycle of soybean. *American-Eurasian Journal of Agronomy*. 2008. № 1 (2). P. 41–44.
4. Леман В.М. Курс светокультуры растений. Изд. 2-е перераб. и доп. учеб. пособие для с.-х. вузов. Москва: Высшая школа, 1976. 271 с.
5. Коковіхін С.В. Теоретичні основи та агро-екологічне обґрунтування заходів оптимізації продукційних процесів рослин у зрошуваних агрофітотеннозах Південного Степу України: автореф. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2010. 40.
6. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, М.П. Малярчук та ін. [за ред. Р.А. Вожегової]. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 286 с.
7. Сивков С.В. Методы расчетов характеристик солнечной радиации. Ленинград: Сельхозгиз, 1968. 232 с.
8. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф.Ф. Адамень, В.А. Вергунов, П.Н. Лазер, И.Н. Вергунова. Киев: Аграрна наука, 2006. 456 с.
9. Перелет Н.А. Распределение фотосинтетически активной радиации (ФАР) на территории Украины. *Труды УкрНИГМИ*, Москва: Гидрометеоздат, 1971. Вып.102. С. 3–12.
10. Lambers H., Chapin F.S., Pons T.L. Plant Physiological Ecology. Second Edition. *Science + Business Media*, 2008. 604 p.
11. Taylor H.M., Mason W.K., Bennie A.T., Rowse H.R. Response of soybeans to two row spacing and two soil water levels. 1. An analysis of biomass accumulation, canopy development, solar radiation interception and components of seed yield. *Field Crops Research*. 1982. Vol. 5. P. 1–14.
12. Lee C.D. Soybean response to plant population at early and planting dates in the Mid-South. *Agronomy Journal*, 2008. № 100. P. 1–6.
13. Ількун Г.М. Енергетичний баланс рослин. Київ: Наукова думка. 1967. 235 с.

REFERENCES:

1. Nychporovych, A.A. (1967). *Puty upravleniya fotosynteticheskoy dejatel'nost'yu rasteniy s cel'ju povisheniya ykh produktyvnosti*. Fiziologiy rasteniy. Yzd. MGHU [in Russian].
2. Chynchyk, O.S. (2008). *Optimizacija sortovoji aghrotekhniki vyroshhuvannja soji za rakhunok sposobu sivy ta udobrennja v umovakh Zakhidnogho Lisostepu Ukrainy* [Optimization of varietal agrotechnology of cultivation of a soya at the expense of sowing method and fertilizer in the conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kamyanec-Podilsk [in Ukrainian].
3. Kumar (2008). Radiation use efficiency and weather parameter influence during life cycle of soybean. *American-Eurasian Journal of Agronomy*. 1. 41–44 [in English].
4. Leman V.M. (1976). *Kurs svetokul'tury rasteniy*. Yzd. 2-e pererab. Y dop. Ucheb. posobyje dlja s.-kh. Vuzov. Moskva: Visshaya shkola [in Russian].
5. Kokovikhin, S. V. (2010). *Teoretychni osnovy ta aghroekologichne obgruntuvannja zakhodiv optimizaciji produkcijnykh procesiv roslyn u zroshuvanykh aghrofitocenzakh Pivdennogho Stepu Ukrainy* [Theoretical foundations and agroecological substantiation of measures of optimizing the production processes of plants agroprocessed in the irrigated Southern Steppe of Ukraine]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kherson [in Ukrainian].
6. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., & Maliarchuk, M.P. et al. (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh*. [Methods of field and laboratory studies on irrigated land]. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].
7. Syvkov, S.V. (1968). *Metodi raschetov kharakterystyk solnechnoi radyatsyy*. [Methods of calculation of solar radiation characteristics]. Leningrad: Selkhozgiz [in Russian].
8. Adamen, F.F., Verhunov, V.A., Lazer, P.N., & Verhunova, Y.N. (2006). *Aghrobyologicheskye osobennosti vozdelivanyja soy v Ukrainy*. [Agrobiological peculiarities of soybean in Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
9. Perelet, N.A. (1971). *Raspredelenye fotosynteticheskoy aktivnoy radyacyy (FAR) na terrytoryi Ukrainy*. [Distribution of photosynthetically active radiation (PAR) on the territory of Ukraine]. Moskva: Ghydrometeoyzdat [in Russian].
10. Lambers, H., Chapin, F.S., & Pons, T.L. (2008). *Plant Physiological Ecology*. Second Edition. *Science + Business Media*. 604. [in English].
11. Taylor, H.M., Mason, W.K., Bennie, A.T., & Rowse, H.R. (1982). Response of soybeans to two row spacing and two soil water levels. 1. An analysis of biomass accumulation, canopy development, solar radiation interception and components of seed yield / *Field Crops Research*, 5. 1–14. [in English].

12. Lee, C.D., Egli, D.B., & Krony, D.M. (2008). Soybean response to plant population at early and planting dates in the Mid-South. *Agronomy Journal*. 100, 1–6. [in English].

13. Ilijkun, Gh. M. (1967). *Energhetychnyj balans roslyn. [The energy balance of the plant]*. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].

УДК 633.114:631.6:631.8

DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.6>

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0002-3895-5633>
Інститут зрошуваного землеробства
Національної академії аграрних наук України
КРИВЕНКО А.І. – кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0002-2133-3010>
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Світовий ринок пред'являє все більше вимог до екологічно чистої, здорової та безпечної продукції сільського господарства, проте сучасні інтенсивні технології, які поширені в Україні, мають негативний вплив на навколишнє середовище, виснажують природні ресурси, потребують застосування екологічно-небезпечних синтетичних мінеральних добрив та пестицидів та мають негативний вплив на здоров'я людини. Тому напрямок інтенсифікації землеробства не можна визнати перспективним [1]. У сільському господарстві в останні десятиліття сформувався новий напрям удосконалення технологій виробництва сільськогосподарських культур у землеробстві та рослинництві шляхом введення інноваційних елементів, який складається з розробки, впровадження і застосування ресурсоощадних технологій з комплексною їх енергетичною оцінкою [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначено, що сільськогосподарське виробництво в Україні ведеться у важких соціальних, економічних і природно-кліматичних умовах. З різною періодичністю повторюються посухи і, як слідство від цього, отримуються низькі урожаї сільськогосподарських культур [3]. За даними наукових досліджень із-за втрати родючості ґрунту і незадовільного стану матеріально-технічного забезпечення, машинно-тракторних агрегатів, технологічних комплексів машин з урахуванням галузевої спеціалізації господарств недобір по різних сільськогосподарським культурам коливається від 10 до 50% від генетичного потенціалу культури. Також значна частка урожаю втрачається при збиранні, транспортуванні, зберіганні та переробці. Тому виникає необхідність пошуку і впровадження науково-обґрунтованих новітніх, інноваційних технологій з урахуванням природно-кліматичних особливостей регіону, досвіду вітчизняних і зарубіжних наукових досліджень і підвищення конку-

рентоспроможності сільськогосподарського виробництва [4]. Енергетичний аналіз порівняно з економічним базується на застосуванні постійних енергетичних показників, тому не залежить від постійних змін ціни на рослинницьку продукцію, добрива, паливно-мастильні матеріали, пестициди тощо. Тому порівняння енергетичних параметрів технології вирощування пшениці озимої дозволяє об'єктивно встановити різницю в балансі надходження та витрат енергії [5].

Мета статті – дослідити параметри енергетичної ефективності біологізованої технології вирощування озимих зернових культур в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проведено впродовж 2007–2018 рр. на території Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН. Основні методи дослідження – польовий, доповнювався також аналітичними дослідженнями, вимірами, підрахунками і спостереженнями відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій з проведення енергетичної оцінки в рослинництві та землеробстві [6, 7]. Схеми польових дослідів наведено в табл. 1 – 5.

Результати досліджень. Енергетична оцінка дозволила встановити перевагу у формуванні показника приходу енергії з врожаєм у першому та четвертому варіантах з диференційованої-1 та мілкого одноглибинною системами основного обробітку ґрунту на рівні 47,6–47,8 ГДж / га (табл. 1). За безполіцевого обробітку прихід енергії зменшився на 4,8–5,3%. Витрати енергії зросли до 29,3 ГДж / га при застосуванні диференційованої-1 системи обробітку ґрунту, що пов'язано зі збільшенням витрат паливно-мастильних матеріалів на проведення оранки. Навпаки, за мілкого одноглибинного обробітку ґрунту даний показник зменшився до 21,7 ГДж / га або на 35%.