

УДК 633.34:631.5:631.67(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.15>

БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В ПОВТОРНИХ ПОСІВАХ ПРИ ЗРОШЕННІ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Минкін М.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Минкіна Г.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведені основні показники урожайності та енергетичної ефективності удосконаленої технології вирощування сої в повторних посівах в умовах зрошення півдня України. Сучасне виробництво передбачає широке використання інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Одним із шляхів зниження витрат енергії при виробництві продукції рослинництва є застосування біоенергетичного аналізу, який є концентрованим виразом загально відомого закону збереження і перетворення енергії щодо сільськогосподарського виробництва. Використання ґрунтозахисних технологій вирощування сої забезпечує економію енергоресурсів без істотного зниження її продуктивності та при збереженні родючості ґрунту.

Біоенергетичний аналіз має на меті визначення відношення кількості енергії, акумульованої в урожайній культурі в процесі фотосинтезу і витрат енергії, вкладеної у виробництво продукції. Актуальність такої оцінки впливає з вимоги сучасного виробництва – економити енергію на одиницю одержуваної сільськогосподарської продукції. Тому в наших дослідженнях проводилась біоенергетична оцінка досліджуваного комплексу агроприймів.

За вирощування сої в повторних посівах в умовах зрошення півдня України на усіх ділянках дослідів коефіцієнт енергетичної ефективності був більшим за одиницю, тобто її вирощування було енергетично обґрунтованим. Але найкращі варіанти дослідів відмічались за внесення фосфогіпсу при проведенні оранки за режиму зрошення 70–80–70 % НВ – 2,72.

Внесення меліоранту незалежно від способу обробітку ґрунту за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ забезпечує формування врожайності сої на рівні 2,78 т/га. Підтримання передполивного порогу на рівні 70–80–70 % НВ, проведення оранки, без внесення меліоранту забезпечує урожайність 2,8 т/га проти 2,81–2,91 т/га. За таких умов прихід енергії відповідно становить 49,7–51,5 ГДж/га проти 49,5 ГДж/га. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності коливається в межах 2,57–2,66, що вказує на енергетичну доцільність вирощування сої в повторних посівах за різних передполивних порогів ґрунту при застосуванні фосфогіпсу.

Ключові слова: меліорант, спосіб основного обробітку ґрунту, соя, урожай, умови зволоження, енергетична ефективність.

Mynkin M.V., Mynkina G.O. Bioenergetic assessment of agrotechnical factors for growing soybeans in repeated crops under irrigation in the conditions of Southern Ukraine

The article presents the main indicators of productivity and energy efficiency of the improved technology of growing soybeans in repeated crops under irrigation conditions in the south of Ukraine. Modern production involves the extensive use of intensive technologies for growing agricultural crops. One of the ways to reduce energy costs in the production of plant products is the use of bioenergy analysis, which is a concentrated expression of the well-known law of conservation and transformation of energy in relation to agricultural production. The use of soil protection technologies for growing soybeans provides energy savings without significantly reducing its productivity and while preserving soil fertility.

Bioenergetic analysis aims to determine the ratio of the amount of energy accumulated in the crop in the process of photosynthesis and the energy consumption invested in the production of products. The relevance of such an assessment stems from the requirement of modern production –

to save energy per unit of agricultural production. Therefore, in our research, a bioenergetic assessment of the studied complex of agricultural methods was carried out.

For the cultivation of soybeans in repeated sowings in the conditions of irrigation in the south of Ukraine, the coefficient of energy efficiency was greater than one in all areas of the experiment, that is, its cultivation was energy-based. But the best variants of the experiment were noted for the application of phosphogypsum during plowing under the irrigation regime of 70–80–70% HB – 2.72.

The introduction of meliorant, regardless of the method of soil cultivation, while maintaining the pre-irrigation threshold of soil moisture at the level of 70–70–70% RH ensures the formation of soybean yield at the level of 2.78 t/ha. Maintaining the pre-irrigation threshold at the level of 70–80–70% HB, plowing, without the introduction of ameliorant ensures a yield of 2.8 t/ha against 2.81–2.91 t/ha. Under such conditions, the energy input is 49.7–51.5 GJ/ha versus 49.5 GJ/ha, respectively. At the same time, the coefficient of energy efficiency ranges from 2.57 to 2.66, which indicates the energy feasibility of growing soybeans in repeated crops at different pre-irrigation soil thresholds when using phosphogypsum.

Key words: ameliorant, method of main tillage, soybean, crop, moisture conditions, energy efficiency.

Постановка проблеми. Сучасне виробництво передбачає широке використання інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. При цьому збільшуються витрати пального, електроенергії, засобів меліорації і захисту рослин, що в свою чергу веде до збільшення енергетичних витрат. У сучасних умовах господарювання в світі склалася тенденція зниження виробництва продукції на одиницю додатково витраченої енергії.

Одним із шляхів зниження витрат енергії при виробництві продукції рослинництва є застосування біоенергетичного аналізу, який є концентрованим виразом закону збереження і перетворення енергії щодо сільськогосподарського виробництва.

У вирішенні проблеми забезпечення білком людства, соя відіграє велику роль та займає провідне місце у світі. Крім того культура найбільш ефективно використовує ґрунтово-кліматичний потенціал зрошуваних земель півдня України. Тому необхідною умовою ефективного використання ресурсів є розробка комплексу заходів, які забезпечують одержання високого врожаю сої в повторних посівах, збереження родючості ґрунту, економічної та енергетичної ефективності окремих технологічних процесів та технології вирощування в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для проведення біоенергетичної оцінки технології вирощування сої в повторних посівах використовували методики Тараріко Ю.О., Frasier G., Медведовський О.К., Жученко А.А. та інші.

Недостатня ефективність прийомів культивування на Півдні України сої в повторних посівах зумовлена тим, що вони розроблені та застосовуються супроти дії об'єктивних біологічних законів, згідно яких, будь-яка вільна екологічна ніша, де можуть рости рослини буде ефективною при оптимальному сполученні факторів життя [1, с. 156]. Відмінити дію об'єктивних природних законів вольовим рішенням неможливо. Крім цього, екологічними дослідженнями останніх десятиліть доведено, що вирощування сої в зрошуваних сівозмінах є важливою ланкою в збереженні родючості ґрунту, так як перехоплюють та утилізують значну частину вивільнених, проте не використаних рослинами, елементів живлення ґрунту. Після закінчення вегетації, рослини повертають акумуляовані поживні речовини в ґрунт, сприяючи постійному обігу біогенних сполук, забезпечують надходження свіжої органічної речовини в ґрунт, зменшують забруднення навколишнього середовища.

Використання ґрунтозахисних технологій вирощування сої забезпечує економію енергоресурсів без істотного зниження її продуктивності та при збереженні родючості ґрунту [2, с. 114]. Згідно досліджень багатьох вчених, важливим

аспектом розробки агро меліоративних заходів є проведення енергетичного аналізу, основною задачею якого є забезпечення раціонального використання не відновлюваної та відновлюваної енергії та охорона навколишнього середовища [3, с. 62]. Тому, в сучасних умовах, проведення енергетичної оцінки технології вирощування сільськогосподарських культур є актуальним і дає можливість найбільш об'єктивно врахувати в зіставних енергетичних еквівалентах як витрати сукупної енергії, затраченої на вирощування, збирання і транспортування врожаю, так і енергію, накопичену в одержаній продукції [4, с. 124]. Такий аналіз є необхідним для оцінки ресурсо- та енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, де всі види трудових і виробничих витрат визначають на основі складених технологічних карт за методикою Медведовського О.К., Іваненко П.І. та інші [6, с. 205; 7, с.192].

Аналіз літературних джерел показує, що питання впливу елементів технології вирощування сої в повторних посівах за зрошення на півдні України є беззаперечно актуальним та вивчені ще не достатньо.

Постановка завдання. Завданням досліджень було проведення об'єктивного аналізу енергетичної ефективності вирощування сої в повторних посівах за різних умов зволоження, способів основного обробітку ґрунту та строків внесення меліоранту. Дослідження проводили на темно-каштанових середньосуглинкових слабо осолонцьованих ґрунтах. У досліді вирощували сорт сої Фортуна. Агротехніка в досліді загально визнана для умов зрошення півдня України за виключенням елементів технології, які вивчалися. В схему польових досліджень були включені такі фактори та їх варіанти :

фактор А режими зрошення – передполивний поріг вологості у шарі ґрунту 0,5 м підтримувався: 1) на початку та в кінці вегетаційного періоду на рівні 70 %, а в критичні фази розвитку – на рівні 80 % НВ (зрошувана норма 2683 м³/га);

2) Протягом вегетаційного періоду – на рівні 70 % (зрошувана норма 2250 м³/га);

фактор В – спосіб обробітку ґрунту: 1) – полицевий обробіток – оранка (ПЛН – 5–35) на глибину 23–25 см ґрунту; 2) – безполицевий – чизельний обробіток (ПЧ – 2,5) на глибину 23–25 см ;

фактор С – строки внесення меліоранту фосфогіпс (доза 3 т/га): 1) контроль без меліоранту; 2) поверхнево восени; 3) поверхнево навесні; 4) під передпосівну культивуацію.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримані результати досліджень свідчать, що врожайність сої в повторних посівах за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–80–70 % НВ в середньому по фактору А складала 2,93 т/га, а за рівня 70–70–70 % НВ – мала тенденцію до зниження на 6,1 % (табл. 1).

Середні дані за фактором В свідчать, що заміна оранки на чизельний обробіток істотно не позначається на продуктивності сої. Водночас аналіз результатів досліджень свідчить, що у варіанті без внесення меліоранту за чизельного обробітку ґрунту і підтримки вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ відзначалось зниження врожайності сої до 2,55 т/га. Дослідження свідчать, що вплив фосфогіпсу відмічався при внесенні восени та по поверхні мерзлоталого ґрунту навесні (середнє за фактором С – 2,94–2,95 т/га проти 2,68 т/га – у варіантах без меліоранту). Застосування фосфогіпсу в ці строки за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ, незалежно від способу обробітку ґрунту, сприяло формуванню врожаю сої на рівні варіанту з рекомендованою технологією її вирощування (оранка, передполивний поріг 70–80–70 % НВ, без меліоранту).

Таблиця 1

**Урожайність сої за різних елементів технології її вирощування
в повторних посівах, т/га**

Варіанти			Урожайність т/га	Приріст урожаю т/га	Середнє по фактору			
Режим зрошення (А)	Спосіб обробіток грунту (Б)	Строки внесення меліоранту (С)			А	В	С	
70–80–70 % НВ	Полицевий	C ₁	2,80	–	2,93	2,88	2,69	
		C ₂	3,11	0,31			2,94	
		C ₃	3,07	0,27			2,95	
		C ₄	2,93	0,13			2,79	
	Безполицевий	C ₁	2,71	–		2,79	–	
		C ₂	2,97	0,26				
		C ₃	2,94	0,23				
		C ₄	2,87	0,07				
70–70–70 % НВ	Полицевий	C ₁	2,64	–	2,75	–	–	
		C ₂	2,86	0,22			–	
		C ₃	2,91	0,27			–	
		C ₄	2,71	0,07			–	
	Безполицевий	C ₁	2,55	–		–	–	
		C ₂	2,81	0,26				
		C ₃	2,86	0,31				
		C ₄	2,64	0,09				

НІР₀₅, т/га для факторів: А – 0,03; В – 0,03; С – 0,04

Примітка: С₁ – без меліоранту; С₂ – по поверхні обробітку восени; С₃ – по поверхні мерзло-талому ґрунту; С₄ – під передпосівну культивуацію.

Біоенергетичний аналіз має на меті визначення відношення кількості енергії, акумульованої в урожаї культури в процесі фотосинтезу і витрат енергії, вкладеної у виробництво продукції. Актуальність такої оцінки впливає з вимоги сучасного виробництва – економити енергію на одиницю одержуваної сільськогосподарської продукції. Тому в наших дослідженнях проводилась біоенергетична оцінка досліджуваного комплексу агроприйомів. Результати такої оцінки наведені в таблиці 2.

Розрахунок енергетичної ефективності вирощування сої свідчить що, найвищі витрати енергії на створення врожаю сої були у варіанті за підтримання передполивного порогу зволоження ґрунту на рівні 70–80–70 % НВ за оранки та внесення фосфогіпсу в усі строки – 20,25 ГДж/га, що на 14,2 % більше, ніж за підтримання передполивної вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ за чизельного обробітку та без використання меліоранту.

Пояснюється це додатковими витратами енергії на внесення меліоранту та збільшення зрошувальної норми. При внесенні фосфогіпсу відмічалось зростання приходу енергії з урожаєм. Найвищий його рівень – 55,0 ГДж/га було одержано на ділянках з проведенням оранки та внесенням фосфогіпсу восени за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–80–70 % НВ.

Таблиця 2

**Біоенергетична оцінка агротехнічних факторів за вирощуванні сої
в повторних посівах**

Варіанти			Урожайність т/га	Прихід енергії, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Енергетичний коефіцієнт
Режим зрошення (А)	Спосіб обробіток грунту (Б)	Строки внесення меліоранту (С)					
70–80–70% НВ	Полицевий	C ₁	2,80	49,5	18,62	30,9	2,66
		C ₂	3,11	55,0	20,25	34,8	2,72
		C ₃	3,07	54,3	20,25	34,1	2,68
		C ₄	2,93	51,8	20,25	31,6	2,56
	Безполицевий	C ₁	2,71	47,9	18,61	29,3	2,58
		C ₂	2,97	52,5	20,23	32,3	2,60
		C ₃	2,94	52,0	20,23	31,8	2,57
		C ₄	2,87	50,8	20,23	30,5	2,51
70–70–70% НВ	Полицевий	C ₁	2,64	46,7	17,75	29,0	2,63
		C ₂	2,86	50,6	19,37	31,2	2,61
		C ₃	2,91	51,5	19,37	32,1	2,66
		C ₄	2,71	47,9	19,37	28,6	2,47
	Безполицевий	C ₁	2,55	45,1	17,74	27,4	2,54
		C ₂	2,81	49,7	19,36	30,3	2,57
		C ₃	2,86	50,6	19,36	31,2	2,61
		C ₄	2,64	46,7	19,36	27,3	2,41

Примітка: С₁ – без меліоранту; С₂ – по поверхні основного обробітку ґрунту восени; С₃ – по поверхні мерзло-талого ґрунту навесні; С₄ – під передпосівну культивуацію

Мінімальний приріст енергії було відзначено на ділянках з чизельним обробітком без внесення меліоранту за передполивного порогу на рівні 70–70–70% НВ – 45,1 ГДж/га. Водночас за цього ж передполивного порогу у варіантах з внесенням фосфогіпсу восени та Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво 47 по мерзло-талому ґрунті навесні приріст енергії значно зростав і коливався у межах 49,7–50,6 ГДж/га – за проведення оранки та 50,6–51,5 ГДж/га – за чизельного обробітку, проти 49,5 ГДж/га – за оранки без меліоранту за передполивного порогу на рівні 70–80–70% НВ). Це свідчить про покриття додаткових витрат сукупної енергії, зумовленої застосуванням меліоранту.

Розрахунки дають змогу стверджувати, що найсуттєвіший приріст енергії залежно від факторів спостерігався у варіантах з внесенням фосфогіпсу восени та навесні, де показники коливались в межах 30,3–34,8 ГДж/га, що на 10,9–12,5% більше порівняно з контрольними варіантам. За передполивного порогу 70–70–70% НВ результати відзначалися не набагато гіршими – порівняно з 70–80–70% НВ в середньому менше на 7,1%, а за чизельного обробітку на 4,7% за оранку. Найбільшим прихід енергії з гектара виробленої продукції можна спостерігати за рівня 70–80–70% НВ за оранки при внесенні фосфогіпсу восени – 34,8 ГДж/га.

Також слід відмітити, що за внесення фосфогіпсу восени та навесні не залежно від способу обробітку ґрунту за підтримання передполивного порогу вологості

грунту на рівні 70–70–70 % НВ відзначався приріст енергії на рівні варіанту з підтриманням передполивного порогу 70–80–70 % НВ, за оранки без внесення меліоранту, де показники коливались в межах 30,3–32,1 проти 30,9 ГДж/га.

Енергетичний коефіцієнт за вирощування сої у варіантах з внесенням меліорантів за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–80–70 % НВ складав за оранки 2,56–2,72, за чизельного обробітку – 2,51–2,60, а за передполивного порогу 70–70–70 % НВ коливався в межах 2,47–2,66 та 2,41–2,61 відповідно.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, за вирощування сої в повторних посівах в умовах зрошення півдня України на усіх ділянках дослідів коефіцієнт енергетичної ефективності був більшим за одиницю, тобто її вирощування було енергетично обґрунтованим. Але найкращі варіанти дослідів відмічались за внесення фосфогіпсу при проведенні оранки за режиму зрошення 70–80–70 % НВ – 2,72.

Внесення меліоранту незалежно від способу обробітку ґрунту за підтримання передполивного порогу вологості ґрунту на рівні 70–70–70 % НВ забезпечує формування врожайності сої на рівні 2,78 т/га. Підтримання передполивного порогу на рівні 70–80–70 % НВ, проведення оранки, без внесення меліоранту забезпечує урожайність 2,8 т/га проти 2,81–2,91 т/га. За таких умов прихід енергії відповідно становить 49,7–51,5 ГДж/га проти 49,5 ГДж/га. При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності коливається в межах 2,57–2,66, що вказує на енергетичну доцільність вирощування сої в повторних посівах за різних передполивних порогів ґрунту при застосуванні фосфогіпсу.

Вважаємо за необхідне продовження роботи в напрямку удосконалення та ресурсозбереження технології вирощування сої в повторних посівах в умовах зрошення півдня України при забезпеченні збереження родючості ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Минкін М.В. Зміна агрофізичних показників ґрунту та урожайності під впливом елементів технології вирощування сої в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 131. С. 156–161.
2. Марковська О.Є., Дудченко В.В., Ефективність протруйників для контролю збудників хвороб у посівах сої. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 130. С. 114–121.
3. Біоенергетичні зрошувані агроєкосистеми. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Південний Степ України) / за ред. Ю.О. Тараріко. Київ : ДІА, 2010. 88 с.
4. Frasier G. Runoff farming – Irrigation technology of the future. Future irrigation strategies. *Visions of the Future : Proceedings of the 5-rd National Irrigation Symposium*, 2003. Phoenix. P. 124–137.
5. Kincaid D., Cann R., Busch I., Hasheminia V. Low pressure center pivot irrigation and reservoir tillage. *Visions of the future : Proceedings of the Third National Irrigation Symposium held in conjunction with the Annual International Irrigation Exposition*. 1999. Oct. 28/Nov. 1. P. 54–59.
6. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 205 с.
7. Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. Енергоємність сучасної технології вирощування винограду та основних сільськогосподарських культур. *Агробіологія*. Біла Церква, 2020. № 1 (157). С. 192–200.