

УДК 633.494 + 633.854.78:631.165.2

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.2>

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТОПІНСОНЯШНИКА В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Волощук В.П. – аспірант кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Рахметов Д.Б. – д.с.-г.н., професор кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У статті наведено результати дослідження щодо визначення економічної та енергетичної оцінки ефективності вирощування топінсоняшника та вихід умовного фітопалива з надземної маси і бульб рослин в умовах Правобережного Полісся України. Встановлено, що найбільша рентабельність вирощування топінсоняшника на етанол була отримана за схеми садіння 70×20 см із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120} - 123741$ грн/га за рівня рентабельності 494%. Для вирощування топінсоняшника використовуються високі матеріальні ресурси, але завдяки отриманому прибутку витрати повертаються. Обґрунтування енергетичного аналізу полягає в переведенні витрат у сукупності всіх заходів, що спрямовуються на вирощування сільськогосподарських культур в енергетичні одиниці. Вагомим є переведення показників технології вирощування в енергетичні величини. Це зіставлення дає змогу незалежно від ринкових цін в єдиному енергетичному показнику визначити загальні затрати енергії, що використовуються для вирощування сільськогосподарських культур. При інтенсивному виробництві рослинницької продукції та зростанні врожайності культур збільшуються витрати антропогенної енергії. На вирощування топінсоняшника витрачається менша кількість сукупної енергії, ніж при отриманні врожаю. За результатами проведеного енергетичного аналізу було встановлено, що важливе значення у вирощуванні топінсоняшника має схема садіння та внесення різних доз добрив. Так, за схеми садіння 70×20 см та внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$ коефіцієнт енергетичної ефективності становить 8,03. За цієї схеми садіння найменшим він був у разі внесення органічних добрив – 5,86. Це свідчить про те, що внесення гною забирає невеликі затрати енергії, тому цей показник свідчить про малі ресурсо- та енергозберігаючі особливості технології вирощування. Виявлено, що вихід енергії з урожаєм надземної маси у всіх варіантах удобрення топінсоняшника знаходився на високому рівні, але максимальні показники спостерігаються у фазі бутонізації та квітнування за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120} - 51,7$ та $75,2$ Гкал відповідно.

Ключові слова: топінсоняшник (*Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L.), економічна та енергетична ефективність, фітопаливо, рентабельність.

Voloshchuk V.P., Rakhmetov D.B. Economic and energy efficiency of growing *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. in the conditions of the Right-Bank Polissya of Ukraine

The article presents the results of studies to determine the economic and energy assessment of the effectiveness of growing *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. and the yield of phytofuel with overhead mass and plant tubers in the conditions of the Right-Bank Polesie of Ukraine. It was established that the highest profitability of growing *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. of ethanol was obtained by planting scheme 70×20 cm with application of mineral fertilizers in a dose $N_{120}P_{120}K_{120} - 123741$ UAH / ha at a profitability level of 494%. For cultivation *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L., high material resources are used, but due to profit, costs are reversed. The rationale for energy analysis is to translate the costs into the aggregate of all measures aimed at growing crops into energy units. It is important to translate the indicators of cultivation technology into energy values. This comparison makes it possible to determine the total energy costs for growing crops, regardless of market prices, in a single energy indicator. With intensive crop production and crop yield increases, anthropogenic energy costs are increased. It takes less total energy to grow *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. than it does harvesting. According to the results of the energy analysis, it has been established that the growing pattern *Helianthus tuberosus* L. × *Helianthus annuus* L. is of great importance, with the scheme of planting and applying different doses of fertilizers. So for

schemes of planting 70×20 cm and application of mineral fertilizers in a dose $N_{120}P_{120}K_{120}$ coefficient the energy efficiency ratio is 8.03.

Under this scheme, the planting was the lowest when applying organic fertilizers – 5.86. This indicates that manure application is low in energy consumption and therefore this indicator indicates low resource and energy-saving features of cultivation technology. It was found that the energy yield with the above-ground crop yield was high in all variants of the fertilizer *Helianthus tuberosus* L. \times *Helianthus annuus* L., but the maximum values were observed in the budding and flowering phase in the application of fertilizer in a dose $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 51,7 and 75,2 Gcal respectively.

Key words: *Helianthus tuberosus* L. \times *Helianthus annuus* L., economic and energy efficiency, phytofuel, profitability.

Постановка проблеми. 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 сільськогосподарської продукції. Не менш важливим на цьому етапі розвитку сучасної виробничої діяльності є використання рослинницької продукції для виробництва альтернативних видів фітопалива.

Також нині зростають потреби населення в 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 сільськогосподарського виробництва та отримання бажаних результатів є якісне використання земельних ресурсів. За основу береться підвищення їх родючих та продуктивних властивостей [1; 4; 5; 8; 10–12].

Відбувається пошук високопластичних культур, які сприятимуть зменшенню виробничих витрат на їх вирощування та збільшення продуктивності рослин з одиниці площі. Однією з перспективних культур, що до теперішнього часу не повністю вивчена, але має багатофункціональне використання, є топінсоняшник.

Топінсоняшник – це порівняно нова культура, яка є не достатньо вивченою в Україні. Топінсоняшник (*Helianthus tuberosus* L. \times *Helianthus annuus* L.) належить до родини айстрових (*Asteraceae*), отриманий методом міжвидової гібридизації соняшника бульбистого (*Helianthus tuberosus* L.) з соняшником (*Helianthus annuus* L.).

Топінсоняшник – це культура багатофункціонального значення, яка, окрім кормових, харчових та лікувальних цілей, також використовується як перспективна біоенергетична культура. Топінсоняшник, як і соняшник бульбистий, займає важливе місце серед рослин інтродуцентів, що є найперспективнішими культурами для виробництва фітопалива. Ці культури можуть становити значну конкуренцію або й стати альтернативою культурам, що історично протягом великого проміжку часу вирощуються в Україні. Так, у середньому вихід етанолу з 100 кг бульб сягає 8–9 л, що порівняно з картоплею може бути на одному рівні [13–15]. Використання бульб можливе завдяки поживним речовинам, одними з яких є цукри, що містяться в їх складі. Вміст цукрів збільшується залежно від термінів збору врожаю. Цей процес відбувається завдяки руху поживних речовин від стебла та листя [7].

Також бульби рослин багаті на інулін, який легко гідролізується і надалі перетворюється на етанол. Вихід етанолу може бути еквівалентним виходу цукрової ростини та у два рази перевищує кукурудзу. Так, соняшник бульбистий нині

визнаний перспективною енергетичною культурою для виробництва біоетанолу. Ці характеристики говорять про те, що саме соняшник бульбистий є видатним субстратом для виробництва етанолу. Нещодавно він був включений у список найперспективніших енергетичних культур Китаю, Європи та Нової Зеландії [16]. Ці характеристики тотожні і для топінсоняшника, що має схожі показники продуктивності та хімічного складу з соняшником бульбистим.

Постановка завдання. Метою роботи є визначення економічної та енергетичної ефективності вирощування топінсоняшника та вихід умовного фітопалива з надземної маси і бульб рослин в умовах Правобережного Полісся України.

Дослідження проводились із 2009 р. впродовж трьох років у Народицькому районі Житомирської області на дерново-підзолистих ґрунтах із вивчення біолого-екологічних особливостей, технології вирощування та продуктивності топінсоняшника.

Досліди проведені відповідно до «Методики полевого опыта» [3], «Методи агрохімічних досліджень» [6] та до Методики визначення продуктивності фотосинтезу [9]. Площу листової поверхні рослин і чисту продуктивність фотосинтезу (г/м^2 за добу) визначали за методикою А.О. Ничипоровича (1972).

Вміст гумусу в орному шарі становив 1,3%, рН – 5,0. Середньорічна температура повітря – 6,4–6,6 °С (січень – 5,6–6,0 °С, липень – +18,2–18,4 °С). Загальна площа ділянки – 38 м², повторність – чотириразова. Бульби висаджували у різні строки: у III декаді квітня; II декаді травня; III декаді травня; II декаді червня та у I декаді липня. Спосіб садіння бульб – 70×20 см, 70×35 см та 70×50 см. У дослідженні топінсоняшника використовували сорт Старт.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для успішного розвитку аграрного сектора одним із важливих завдань під час вирощування сільськогосподарських культур є раціональне використання земельних ресурсів та отримання максимально високої якості продукції за малих затрат праці. Тому для будь-яких досліджень завершальним етапом роботи є економічна та енергетична оцінка вирощування і використання сільськогосподарських культур.

Економічний аналіз технології вирощування топінсоняшника полягає у визначенні показників, за якими можливе максимальне отримання продукції з найменшими затратами.

У результаті проведених досліджень встановлено, що витрати на вирощування топінсоняшника змінювались залежно від схеми садіння та удобрення рослин. У процесі вирощування рослин найбільш економічно витратною є схема садіння 70×20 см за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$, комплексного удобрення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ та гною 15 т/га і внесення гною 40 т/га (відповідно, становить 11 180, 11 102 та 10 619 грн/га). Дещо менші економічні затрати визначені за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та контрольному варіанті (без добрив) – 8937 грн/га і, відповідно, 6773 грн/га. Вирощування бульб топінсоняшника на виробництво біопалива має відмінності в затратах. Найбільші затрати спостерігаються за внесення гною в дозі 40 т/га – 32 125 грн/га. Найменші затрати в контрольному варіанті (без добрив) – 20 672 грн/га.

Великі затрати за цієї схеми садіння можна пояснити тим, що на вирощування топінсоняшника витрачається більша кількість пального та затрати на збирання урожаю, що є вищим порівняно з іншими схемами садіння.

Аналіз інших двох схем садіння 70×35 та 70×50 см свідчить, що найбільш економічні витрати спостерігаються за вирощування топінсоняшника також із внесенням добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$, комплексного удобрення мінеральними добри-

вами у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ та гною 15 т/га і внесення гною в нормі 40 т/га. Відповідно, витрати становлять 9130 та 8183 грн/га, 7800 і 7109 грн/га, 7652 й 6704 грн/га. Найменші витрати спостерігаються в контролі (без добрив), що становить 4735 та 3792 грн/га відповідно.

Щодо чистого прибутку, то найбільшим він є за схеми садіння 70×20 см при вирощуванні бульб на спирт із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$ – за рівня рентабельності 494%, у контролі (без добрив) становить 93 646 грн/га при рівні рентабельності 453%. Досить високий умовно-чистий прибуток за цього удобрення та схеми садіння 70×35 см – 101 457 грн/га за рівня рентабельності 445%. У контролі умовно чистий прибуток за цієї схеми становить 69 970 грн/га з рівнем рентабельності 380%.

Отже, з економічної точки зору вирощування рослин топінсоняшника є досить рентабельним. Так, задля вирощування його використовуються високі матеріальні ресурси, але завдяки отриманому прибутку витрати повертаються. Найвища економічна ефективність досягається за схеми садіння 70×20 см, де й спостерігається найвищий рівень рентабельності.

З інтенсивним сільськогосподарським виробництвом та зростанням врожайності культур збільшуються витрати антропогенної енергії. Це пов'язано з агротехнічними та агрохімічними заходами, які використовуються для вирощування культур. Тому у такому разі важливим є розрахунок енергетичної оцінки.

Енергетична оцінка пов'язана з визначенням ступеня ефективності виробництва сільськогосподарської продукції. Метою енергетичного аналізу є визначення енергетичної вартості врожаю [2].

Основа енергетичного аналізу полягає в переведенні витрат всіх заходів, що спрямовуються на вирощування культур в енергетичній одиниці – джоулі (Дж). Важливим є єдине енергетичне порівняння показників технології вирощування. Це дає змогу незалежно від ринкових цін в єдиному енергетичному показнику визначити загальні затрати енергії на вирощування сільськогосподарських культур.

За результатами проведеного енергетичного аналізу було встановлено, що важливе значення у вирощуванні топінсоняшника має схема садіння та внесення різних доз добрив.

За схеми садіння 70×20 см та внесення мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$ коефіцієнт використання фотосинтетичної радіації (Кфар) спостерігався вищим порівняно з іншими схемами та становив 3,05%. Найменшим показник був у варіанті з удобренням у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та контролі (без добрив) – 2,59 й 2,41%. За інших двох схем садіння 70×35 та 70×50 см найвищі показники спостерігались також за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120}$ – 2,42% і 1,78%, тоді як мінімальні значення 1,97% і 1,34% у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ та 1,79% і 1,19% у контролі (без добрив).

Визначення коефіцієнту енергетичної ефективності (Кее) є важливим під час енергетичного аналізу технології вирощування сільськогосподарських культур. Він розраховується як відношення обмінної енергії, що була одержана з 1 га насаджень до витрат сукупної енергії, яка була затрачена на вирощування цієї культури на цій площі.

Головною метою енергетичного аналізу є визначення коефіцієнту енергетичної ефективності. Чим вищий він, тим більш виражені енергозберігаючі особливості технологій. У всіх варіантах Кее вищий за одиницю. Це свідчить про достатню ефективність вирощування топінсоняшника в умовах Правобережного Полісся України.

За схеми садіння 70×20 см та внесення мінеральних добрив у дозі $N_{120} P_{120} K_{120}$ коефіцієнт енергетичної ефективності становить 8,03. За цієї схеми садіння найменший показник був за внесення гною, що є енерговитратним, при цьому відносно зменшуються ресурсо- та енергозберігаючі особливості технології вирощування.

Порівняно з іншими схемами (70×35 та 70×50 см) спостерігались відмінності в цьому коефіцієнті. За максимальних доз добрив також K_{ee} є високим та, відповідно, становить 7,82 та 6,82, а найменшим за внесення гною 40 т/га – 5,29 й 4,33.

Таким чином, у процесі проведення енергетичного аналізу встановлено відмінності в затратах сукупної енергії, а також зміні коефіцієнта енергетичної ефективності. Це відбувається залежно від схем садіння та за різних варіантів внесення мінеральних добрив. Вирощена продукція топінсоняшника має здатність більше акумулювати природню енергію, ніж витрачається на його вирощування. Це свідчить про те, що технологія вирощування топінсоняшника є ресурсо- та енергозберігаючою.

Топінсоняшник, як і соняшник бульбистий, займає важливе місце серед рослин інтродуцентів, що є найперспективнішими культурами для виробництва фітопалива.

Встановлено, що вихід енергії з 1 га насаджень у фазі бутонізації топінсоняшника залежно від удобрення становить від 34,2 Гкал до 51,7 Гкал, порівняно із соняшником бульбистим – 44,4 Гкал. У фазі квітання спостерігається збільшення виходу енергії з урожаю надземної маси, що становить 53,8–71,8 й 61,0 Гкал/га (табл. 1).

Таблиця 1

**Вихід енергії з надземної маси топінсоняшника та соняшника
бульбистого залежно від удобрення у фазі бутонізації та квітання
(у середньому за три роки)**

Варіант удобрення	Вихід умовного фітопалива, т/га		Вихід енергії з 1 га, Гкал	
	бутонізація	квітання	бутонізація	квітання
Топінсоняшник Контроль (без добрив)	9,0	13,5	34,2	53,8
$N_{60} P_{60} K_{60}$	10,4	15,1	40,5	59,5
$N_{120} P_{120} K_{120}$	13,1	18,7	51,7	75,2
Гній 40 т/га	12,6	17,3	48,8	70,2
Гній 15 т/га + $N_{45} P_{45} K_{45}$	12,9	18,0	49,9	71,8
Соняшник бульбистий Контроль (без добрив)	11,5	15,3	44,4	61,0

Вихід енергії з урожаєм надземної маси у всіх варіантах удобрення топінсоняшника знаходився на високому рівні, але максимальні показники спостерігаються у фазі бутонізації та квітання за внесення добрив у дозі $N_{120} P_{120} K_{120}$ – 51,7 та 75,2 Гкал/га відповідно.

Висновки і пропозиції. На основі одержаних нами результатів встановлено, що найбільша рентабельність вирощування топінсоняшника на біопаливо була отримана за схеми садіння 70×20 см із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{120} P_{120} K_{120}$ – 123 741 грн/га за рівня рентабельності 494%, де коефіцієнт енергетичної ефективності становить 8,03. Вихід енергії з урожаєм надземної маси

у всіх варіантах удобрення топінсоняшника знаходився на високому рівні, але максимальні показники спостерігаються у фазі бутонізації та квітування за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}K_{120} - 51,7$ та $75,2$ Гкал/га відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Баканов М.И., Кашаев А.Н., Шеремет А.Д. Экономический анализ (*Теория, история, современное состояние, перспективы*). Москва : Финансы, 1976. 264 с.
2. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва: Науково-методичне забезпечення / Тераріко Ю.О., Несмашна О.Ю., Берднікова О.М. та ін. / за ред. Ю.О. Тераріки. Київ : Аграрна наука, 2005. 200 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. С. 351.
4. Каленська С.М., Гринюк І.П. Економічна оцінка вирощування сорго цукрового залежно від сортових особливостей та норм добрив в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків*. 2013. Вип. № 18. С. 76–80. URL: http://bioenergy.gov.ua/sites/default/files/articles/18_76.pdf.
5. Канівський П.К. Спеціалізація та кооперація тваринництва зони Лісостепу в умовах ринкової економіки. Київ : ІАЕ, 2000. С. 448.
6. Лісовал А.П. Методи агрохімічних досліджень. Київ : Вища шк., 2001. 245 с.
7. Лопушняк В.І., Слобода П.М. Топінамбур як джерело одержання біопалива в Україні. *Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук*. Наукові праці. 2011. Випуск 12.
8. Мацибора В.І. Економіка сільського господарства. Київ : Вища школа, 1994. URL: http://ua-referat.com/Економічна_ефективність_рослинництва.
9. Ничипорович А.О. Фотосинтез и урожай. Москва : Знание, 1966. 48 с.
10. Економіка сільського господарства / Під ред. Мертенса В.П. Київ : Урожай, 1995. URL: http://ua-referat.com/Економічна_ефективність_рослинництва.
11. Економіка сільського господарства. / Під ред. Руснака В.В. Київ : Урожай, 1998. URL: http://ua-referat.com/Економічна_ефективність_рослинництва.
12. Справочник економіста аграрника / Под ред. Кушвида. Киев : Урожай, 1991. URL: http://ua-referat.com/Економічна_ефективність_рослинництва.
13. Рахметов Д.Б. Нетрадиционные виды растений для биоэнергетики. 2018. 103 с.
14. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ : Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
15. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив / Блюм Я.Б., Григорюк І.П., Рахметов Д.Б. та ін. Київ : Аграр Медіа Груп, 2014. 360 с.
16. Linxi Yang, Quan Sophia He, Kenneth Corscadden, Chibuike C. The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X14000605>.