

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

Трибой О.,

e-mail: TryboiOV@nas.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8824-5074>

Железна Г., канд. техн. наук,

e-mail: zhelyezna@uabio.org, <https://orcid.org/0000-0002-9607-3022>

Баштовий А., канд. техн. наук,

e-mail: anatolii.bashtovyi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1510-2945>

Інститут технічної теплофізики НАН України

Анотація

Метою дослідження є аналіз поточного стану, наявних перешкод та перспективи вирощування і використання енергетичних рослин в Україні. Враховуються такі аспекти як наявність вільних земель для вирощування, техніко-економічні показники відповідних проектів, а також результати оцінки життєвого циклу виробництва теплової енергії з енергетичних рослин.

Методи дослідження включають аналіз і обробку офіційних статистичних даних щодо площі різних категорій земель в Україні; оцінювання життєвого циклу проектів вирощування енергетичних рослин і виробництва з них теплової енергії за показниками енергетичної ефективності та скорочення викидів парникових газів; проведення техніко-економічного обґрунтування зазначених проектів.

Результати дослідження показують, що в Україні щорічно є до 4 млн га незадіяних сільськогосподарських земель, які можна використати для вирощування енергетичних рослин без створення конкуренції виробництву продуктів харчування і без порушення критеріїв сталого розвитку. Життєвий цикл проектів вирощування багаторічних енергетичних рослин з подальшим виробництвом теплової енергії має високі показники за енергетичною ефективністю, а величина скорочення викидів парникових газів суттєво залежить від відстані транспортування біопалива. Проте проекти вирощування таких енергетичних рослин як верба, тополя, міскантус мають економічні показники на межі рентабельності і тому можуть бути недостатньо привабливими для інвесторів.

Висновки. Вирощування і використання енергетичних рослин є одним з найперспективніших секторів біоенергетики в Україні. Перевагами розвитку цього напрямку є можливість отримання всіх видів біопалива (твердого, газоподібного, рідкого) для заміщення традиційних енергоносіїв, позитивний вплив на стан ґрунту (збільшення вмісту органічної речовини, фітореMediaція забруднених земель), розвиток місцевої економіки і створення нових робочих місць у регіонах. Для покращення економічних показників відповідних проектів необхідне надання державної субсидії на вирощування енергетичних рослин на рівні 20-24 тис. грн/га залежно від виду культури.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, біомаса, біопаливо, енергетичні рослини, техніко-економічне обґрунтування, оцінка життєвого циклу, парникові гази.

Вступ. Боротьба зі зміною клімату, декарбонізація економіки, «зелений» енергетичний перехід є зараз загальносвітовими викликами і трендами. Розвиток біоенергетики є одним із потужних інструментів зменшення споживання викопних паливних ресурсів і скорочення викидів парникових газів. Біоенергетика забезпечує

близько 67 % внеску всіх відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) до загального постачання первинної енергії у світі, який складає зараз близько 14 % [WBA, 2020]. Для практичної реалізації «зеленого» переходу в усіх секторах економіки в Європейському Союзі був прийнятий Європейський зелений курс (European Green Deal). Цей

курс спрямований на масштабний перехід ЄС на відновлювані джерела енергії і досягнення кліматичної нейтральності (нульових викидів парникових газів) до 2050 року [Siddi M., 2020; Андрусевіч А. та ін., 2020]. У 2021 році в уряді України розпочала роботу міжвідомча група з увпровадження Європейського зеленого курсу, що підтверджує наміри країни також рухатися у цьому напрямку.

Біоенергетика, як складова відновлюваної енергетики, робить свій внесок у декарбонізацію світової та національних економік, але її потенціал реалізований далеко не повною мірою. За таких умов вирощування і використання енергетичних рослин є одним з найбільш перспективних і найменш розвинених напрямків. Наприклад, у ЄС спеціально вирощені енергетичні рослини на площі близько 118,5 тис. га складають лише 0,1 % загального обсягу споживання біомаси для енергетичних потреб [Calderon C. et al, 2019; Camia A. et al, 2018]. За різними оцінками, площа під спеціально вирощеними енергетичними рослинами в ЄС може зрости до 1,35-13,55 млн га без створення конкуренції основному сільськогосподарському виробництву [Evans H., 2016; Castillo C. P. et al, 2015].

Аналогічна ситуація спостерігається і в Україні, де є близько 4 млн га незадіяних сільськогосподарських земель, на яких можна вирощувати енергетичні рослини з урахуванням критеріїв сталості, але цей напрямок розвивається поки що доволі повільно. За оцінками 2019 року, Зараз потенціал енергетичних рослин, призначених для отримання твердого і газоподібного палива, складає 32 % загального енергетичного потенціалу біомаси (за умови вирощування цих культур на 2-х млн га), але використовується цей потенціал менше ніж на 0,1 % [Железна Т. А., 2020].

Отже, як в ЄС, так і в Україні необхідно продовжувати науково-дослідні і практичні роботи з питань вирощування та використання енергетичних рослин, шукати механізми стимулювання розвитку цього напрямку і практичної реалізації

відповідних біоенергетичних проєктів.

Постановка завдань. Дотримання Європейського зеленого курсу і досягнення кліматичної нейтральності України до 2070 року, про що йшла мова в проєкті Концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року, неможливе без широкомасштабного впровадження біоенергетичних технологій [Гелетуха Г. Г. та ін., 2020]. Перспективним напрямком у цьому сенсі є всебічне дослідження та створення сприятливих умов для розвитку вирощування і використання енергетичних рослин. Ефективними інструментами аналізу певної технології та проєктів з її застосуванням є оцінка життєвого циклу (ОЖЦ) технології і техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) проєктів. На сьогодні даних ОЖЦ біоенергетичних проєктів з використанням енергорослин для умов України практично не існує (окрім деяких результатів авторів). Метою дослідження є аналіз поточного стану, наявних перешкод та перспективи вирощування і використання енергетичних рослин в Україні. Враховуються такі аспекти як наявність вільних земель для вирощування, техніко-економічні показники відповідних проєктів, а також результати оцінки життєвого циклу виробництва теплової енергії з енергетичних рослин. Завданнями роботи є оцінка потенціалу енергетичних рослин, призначених для виробництва твердого біопалива, у розрізі областей України, аналіз життєвого циклу виробництва теплової енергії з енергетичних рослин за показниками енергетичної ефективності та скорочення викидів парникових газів, а також визначення інвестиційної привабливості таких проєктів.

Методи і матеріали. Оцінка потенціалу енергетичних рослин ґрунтується на статистичних даних Державної служби статистики України у розрізі областей України щодо площі ріллі, посівної площі, площі чистих парів. Вільну площу ріллі визначають як різницю між загальною площею ріллі, посівною площею і площею парів. Частина цієї площі у кожній області може бути використана для вирощування

щування енергетичних рослин – загалом у країні до 2 млн га.

Найпоширенішим напрямком використання енергетичних рослин є виробництво теплової енергії. Оцінку життєвого циклу таких проєктів виконують із застосуванням показників енергетичної ефективності EUC_{NR} та скорочення викидів парникових газів [Nussbaumer Th., Oser M., 2004; Гелетуха Г.Г. та ін., 2014]. Коефіцієнт перетворення енергії EUC_{NR} являє собою відношення величини сукупного виробництва енергії певною установкою (СЕР, енергія «на вході») до повних витрат первинної невідновлюваної енергії, необхідної для створення енергоустановки, забезпечення її роботи протягом всього часу використання й утилізації установки після завершення терміну її експлуатації (SED_{NR} , невідновлювана енергія «на вході»).

Особливістю показника EUC_{NR} ($СЕР/SED_{NR}$) є те, що «на вході» враховують витрати лише невідновлюваної енергії. Це означає, що енергія біомаси, як одного з видів ВДЕ, до загальної суми не входить. Очевидно, що за такого підходу коефіцієнт перетворення енергії EUC_{NR} для енергоустановок на ВДЕ завжди буде більше 1, а для установок на викопних паливних ресурсах – менше 1. За рекомендаціями роботи [Nussbaumer Th., Oser M., 2004], для забезпечення високої ефективності роботи енергетичних установок на ВДЕ, EUC_{NR} має складати > 2 , а найбільш рекомендованим значенням є $EUC_{NR} > 5$.

ТЕО проєктів виробництва теплової енергії з біомаси виконують за методикою, яка передбачає розрахунок простого і дисконтованого терміну окупності, внутрішньої норми рентабельності, чистої приведеної вартості.

Результати. За інформаційними даними 2019 року (рис. 1), площа вільної ріллі в Україні складає 4,3 млн га. Згідно з консервативним підходом приймаємо, що під енергетичні рослини може бути зайнято до 2 млн га цієї площі. Грунтуючись на такому підході, загальний потенціал енергетичних рослин оцінюється у 7,45 млн т н.е./рік, включаючи культури, призначені для отримання твердого біопалива (верба, тополя, міскантус) – 4,88 млн т н.е./рік (рис. 1), кукурудза на біогаз (силос) – 2,57 млн т н.е./рік.

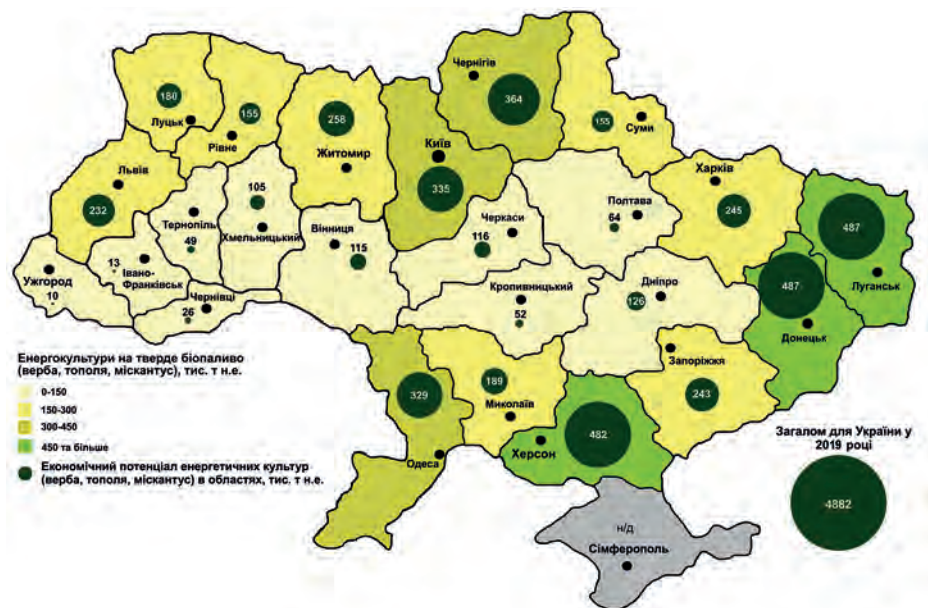


Рисунок 1 – Потенціал енергетичних рослин, призначених для виробництва твердого біопалива, у розрізі областей України (станом на 2019 р.)

Аналіз статистичних даних протягом останніх 10-15 років свідчить про те, що наявність незадіяних сільськогосподарських земель в Україні є стабільною – відповідна площа щорічно становить 3-5 млн га, що дає змогу стало розвивати цей сектор біоенергетики.

В Україні велика частка загального споживання енергії припадає на теплову енергію. Тому біопаливо, отримане з енергетичних рослин, доцільно, насамперед, використати для задоволення потреб у тепловій енергії. У цьому дослідженні розглядається виробництво теплової енергії з гранул верби і міскантусу. Приймаємо, що до меж життєвого циклу такого проєкту входить сировинний цикл і

підсистема перетворення. Зазвичай, сировинний цикл біоенергетичного проєкту розпочинається з етапу збирання біомаси. Основною особливістю ОЖЦ використання енергетичних рослин є врахування в сировинному циклі етапу їх вирощування, який складається з виробництва необхідної техніки та матеріалів і безпосередньо вирощування (рис. 2) [Трибой О. В. та ін., 2019].



Рисунок 2 – Схема і межі життєвого циклу виробництва теплової енергії з гранул енергетичних рослин

Результати оцінки енергетичної ефективності життєвого циклу виробництва теплової енергії з гранул верби і міскантусу в котлі потужністю 500 кВт показують достатньо високу енергетичну ефективність такого проєкту. Коефіцієнт перетворення енергії $E_{UC_{NR}}$ досягає межі значення 2 під час перевезення біопалива до споживачів на відстань близько 500 км для гранул з верби і 800 км – для гранул з міскантусу. Під час транспортування гранул на менші відстані (до 50 км) $E_{UC_{NR}}$ наблизитиметься до найбільш рекомендованого значення – більше 5. Для покращення значень коефіцієнта перетворення енергії необхідно підвищити ефективність гранулювання біомаси, оскільки витрати енергії саме на цій стадії життєвого циклу всього проєкту є найбільшими (до 48 % загальних витрат первинної енергії викопного палива).

Отримані дані щодо скорочення викидів парникових газів протягом життєвого циклу виробництва теплової енергії з біомаси енергетичних рослин є сенс порівняти з вимогами до твердих біопалив

Директиви ЄС з ВДЕ 2018/2001. Згідно з цією Директивою, зниження викидів парникових газів під час виробництва теплової енергії, холоду та електроенергії з твердого біопалива має бути не менше 70 % порівняно з аналогічним використанням викопних паливних ресурсів для установок, які розпочали роботу з 01.01.2021 р. до 31.12.2025 р., і не менше 80 % для установок, уведених в експлуатацію з 01.01.2026 р..

Ці вимоги розповсюджуються на енергетичні установки тепловою потужністю ≥ 20 МВт.

Результати порівняння показують, що для котлів невеликої і середньої потужності зазначені вимоги виконують лише за відносно обмеженої відстані транспортування гранул з енергетичних рослин до споживача. Ось для котельної уста-

новки 500 кВт вимоги щодо скорочення викидів парникових газів на 70 % виконують лише під час перевезення біопалива на відстань до 100-150 км. Для біопалива у вигляді гранул найбільші викиди парникових газів спостерігаються на етапі гранулювання – 13,9 г $CO_{2_{екв.}}$ /МДж для верби і 11,2 г $CO_{2_{екв.}}$ /МДж для міскантусу. У випадку значного збільшення відстані транспортування біопалива суттєво зростають відповідні викиди парникових газів. Хоча зараз в Україні немає вимог щодо скорочення викидів парникових газів під час використання твердого біопалива, ці результати доцільно враховувати в процесі подальшого планування біоенергетичних проєктів.

Техніко-економічний аналіз проєктів з вирощування енергетичних рослин і виробництва теплової енергії з отриманого біопалива показує, що за наявних зараз в Україні умов такі проєкти оцінюються на межі рентабельності та, відповідно, економічної життєздатності. Простий термін окупності (SPP) цих проєктів складає, щонайменше, близько 7 років за внутріш-

ньої норми рентабельності (IRR) менше 21 %, тоді як проекти вважаються інвестиційно привабливими за SPP в межах 5 років і $IRR > 21$ %.

Обговорення. За оцінками інших фахівців, в Україні нараховується до 8 млн га низькопродуктивних земель, які не застосовують для вирощування традиційних сільськогосподарських культур і можуть бути використані для вирощування багаторічних біоенергетичних рослин [Гадзало Я. М., 2018]. Це практично у два рази перевищує консервативну оцінку авторів – 4 млн га. У будь-якому випадку, наявних у країні земель достатньо для сталого розвитку цього напрямку біоенергетики.

Залишаються недостатньо привабливими економічні показники проектів вирощування і використання енергетичних рослин. За попередніми оцінками, необхідний рівень державної субсидії складає близько 20 тис. грн/га для тополі, 21 тис. грн/га – для верби, 24 тис. грн/га – для міскантусу. Юридичний аспект запровадження такого механізму підтримки вже опрацьований фахівцями Біоенергетичної асоціації України [Пастух А., 2020].

Результати досліджень експертів Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України показують необхідність компенсації на садивний матеріал та добрива в обсязі: міскантус – 60 тис. грн/га, верба – 20 тис. грн/га. Це скоротить термін окупності інвестицій у закладання плантацій багаторічних біоенергетичних рослин [Роїк М. В. та ін., 2019]. Наведені дані близькі до результатів авторів стосовно верби і є значно вищими стосовно міскантусу.

Висновки. Україна має прекрасні передумови для успішного розвитку виробництва і використання енергетичних рослин. Під такі культури можна використати до 2 млн га вільних сільськогосподарських земель без створення конкуренції виробництву продуктів харчування і без порушення засад сталого розвитку.

Життєвий цикл проектів виробництва теплової енергії з біопалива, отриманого з енергетичних рослин, має високу

енергетичну ефективність за показником EUC_{NR} – коефіцієнтом перетворення (невідновлюваної) енергії. Скорочення викидів парникових газів під час виробництва теплової енергії з твердого біопалива в котлах невеликої і середньої потужності становить 75-80 % без урахування етапу транспортування, 65-75 % під час транспортування гранул на відстань 100-150 км, 50-60 % – під час перевезення біопалива на 400 км. Зараз в Україні немає обов'язкових вимог щодо скорочення викидів парникових газів під час використання твердого біопалива, але вони можуть з'явитися в майбутньому у разі імплементації Директиви ЄС з ВДЕ 2018/2001 (так званої Директиви RED II).

Очевидно, що слабким місцем напрямку вирощування і використання енергетичних рослин є недостатньо привабливі економічні показники відповідних проектів. Вважаємо за доцільне призначення державної субсидії на вирощування таких культур в обсязі 20-24 тис. грн/га залежно від виду рослин.

Перелік літератури

Андрусевич А. та ін. (2020). Європейський зелений курс: можливості та загрози для України. Аналітичний документ, Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля», Львів, 74.

Гадзало Я. М. (2018). Вісім млн га придатні для енергетичних рослин. Аби повністю замінити газ для теплогенерації, достатньо двох. Інформаційно-аналітичний бюлетень Додаток до журналу «Україна: події, факти, коментарі», 8 (146), 120-123.

Гелетуша Г. Г. та ін. (2014). Енергетичний і екологічний аналіз технологій виробництва енергії з біомаси. Частина 1. Промислова теплотехніка, 36 (6), 78-88.

Гелетуша Г. Г. та ін. (2020). Дорожня карта розвитку біоенергетики України до 2050 року. Теплофізика та теплоенергетика, 42 (2), 60-67. DOI: 10.31472/tpe.2.2020.6.

Железна Т. А. (2020). Аналіз напрям-

ків та перспектив використання агробіомаси для виробництва енергії в Україні. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке, 27 (41), 259-267. DOI: 10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-24.

Пастух А. (2020). Правове регулювання державної підтримки вирощування енергетичних рослин в Україні. Підприємство, господарство і право, 6, 91-96. DOI: 10.32849/2663-5313/2020.6.17.

Роїк М. В. та ін. (2019). Економічні аспекти вирощування багаторічних енергетичних культур. Біоенергетика, 1 (13), 4-7.

Трибой та ін. (2019). Вирощування енергетичних культур для виробництва твердих біопалив та теплової енергії. Енергетичний, екологічний та економічний аспекти. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти: кол. монографія за заг. ред. П. М. Макаренка та ін. Полтава: ПП "Астра", 368-376, 603.

Calderon C. et al (2019). Report Biomass Supply, Bioenergy Europe, Brussels, 35.

Camia A. et al. (2018). Biomass production, supply, uses and flows in the European Union, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 126. DOI: 10.2760/539520.

Castillo C.P. et al. (2015). An assessment of dedicated energy crops in Europe under the EU Energy Reference Scenario 2013. Application of the LUISA modelling platform – Updated Configuration 2014, Publications Office of the European Union, 106. DOI: 10.2788/64726.

Evans H. (2016). Bioenergy crops in the UK: Case studies of successful whole farm integration evidence pack, Loughborough, 23.

Nussbaumer Th., Oser M. (2004). Evaluation of biomass combustion based energy systems by cumulative energy demand and energy yield coefficient, Verenum press, 47.

Siddi M. (2020). The European Green Deal. Assessing its current state and future implementation, FIIA Working Paper, 114, 2-14.

WBA – World Bioenergy Association (2020). Global Bioenergy Statistics, 64.

References

Andrusevich A. et al (2020). European Green Deal: opportunities and threats for Ukraine. Analytical paper, Recourse and analytical center «Society and environment», Lviv, 74.

Calderon C. et al (2019). Report Biomass Supply, Bioenergy Europe, Brussels, 35.

Camia A. et al. (2018). Biomass production, supply, uses and flows in the European Union, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 126. DOI: 10.2760/539520.

Castillo C.P. et al. (2015). An assessment of dedicated energy crops in Europe under the EU Energy Reference Scenario 2013. Application of the LUISA modelling platform – Updated Configuration 2014, Publications Office of the European Union, 106. DOI: 10.2788/64726.

Evans H. (2016). Bioenergy crops in the UK: Case studies of successful whole farm integration evidence pack, Loughborough, 23.

Geletukha G.G. et al. (2014). Energy and ecology analysis of technologies for energy production from biomass. Part 1. Industrial Heat Engineering, 36 (6), 78-88.

Geletukha G.G. et al. (2020). Roadmap for the development of bioenergy in Ukraine until 2050. Thermophysics and Thermal Power Engineering, 42 (2), 60-67. DOI: 10.31472/tpe.2.2020.6.

Hadzalo Ya.M. (2018). Eight million hectares fit for energy crops. Two million hectares are enough for complete replacement of gas for heat production. Informational and analytical bulletin – Annex to journal «Ukraine: events, facts, comments», 8 (146), 120-123.

Nussbaumer Th., Oser M. (2004). Evaluation of biomass combustion based energy systems by cumulative energy demand and energy yield coefficient, Verenum press, 47.

Pastukh A. (2020). The legal regulation of the state support for energy crops growing in Ukraine. Entrepreneurship, Economy and Law, 6, 91-96. DOI: 10.32849/2663-

5313/2020.6.17.

Roik M.V. et al. (2019). Economic aspects of perennial energy crops cultivation. *Bioenergy*, 1 (13), 4-7.

Siddi M. (2020). The European Green Deal. Assessing its current state and future implementation, FIIA Working Paper, 114, 2-14.

Tryboi et al. (2019). Growing energy crops for the production of solid biofuel and heat. Energy, ecology and economy aspects. Energy efficiency and energy saving: economic, technical, technological and ecological aspects: collective monograph edited by P.M.

Makarenko et al. Poltava: PC "Astraya", 368-376, 603.

WBA – World Bioenergy Association (2020). Global Bioenergy Statistics, 64.

Zheliezna T.A. (2020). Analysis of areas and prospects for the use of agrobiomass for energy production in Ukraine. Collected papers of Ukrainian Research Institute named after L. Pogorilyi «Technical and technological aspects of developing and testing new machinery and technologies for agriculture of Ukraine», 27 (41), 259-267. DOI: 10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-24.

UDC 620.92

PROSPECTS FOR GROWING AND USE OF ENERGY CROPS IN UKRAINE

Tryboi O.,

e-mail: TryboiOV@nas.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8824-5074>

Zheliezna T., PhD,

e-mail: zhelyezna@uabio.org, <https://orcid.org/0000-0002-9607-3022>

Bashtovyi A., PhD,

e-mail: anatolii.bashtovyi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1510-2945>

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Summary

The purpose of the study is to analyze the current state, existing obstacles and prospects for growing and using energy crops in Ukraine. Different aspects such as the availability of unused land for cultivation, technical and economic indicators of relevant projects, as well as the results of life cycle assessment of heat production from energy crops are taken into account.

Research methods include analysis and processing of official statistics on the area of land of different categories in Ukraine; performance of life cycle assessment for growing energy crops for heat production in terms of energy efficiency and reduction of greenhouse gas emissions; carrying out of feasibility study of respective projects.

Results of the study show that there are up to 4 million hectares of unused agricultural land in Ukraine annually, which can be used for growing energy crops without creating competition for food production and without violating the criteria of sustainable development. The life cycle of projects for growing perennial energy crops for heat production has high energy efficiency, and the value of greenhouse gas emissions reduction depends significantly on the distance of transportation of biofuels. However, projects for the cultivation of such energy crops as willow, poplar, and miscanthus have economic indicators on the verge of profitability, and therefore may not be attractive enough for investors.

Conclusions. Growing and using energy crops is one of the most promising sectors of bioenergy in Ukraine. The advantages of this area are the ability to obtain all types of biofuels (solid, gaseous, liquid biofuels) to replace traditional energy sources, a positive impact on soil (increase in organic matter, phytoremediation of contaminated lands) as well as local economic development and job creation in the regions. To improve the economic performance of the relevant projects, it is necessary to introduce

a state subsidy for the cultivation of energy crops at the level of 20-24 thousand UAH per ha, depending on the type of crop.

Key words: renewable energy sources, biomass, biofuel, energy crops, feasibility study, life cycle assessment, greenhouse gases.

УДК 620.92

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ В УКРАИНЕ

Трибой А.,

e-mail: TryboiOV@nas.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8824-5074>

Железная Т., канд. техн. наук,

e-mail: zhelyezna@uabio.org, <https://orcid.org/0000-0002-9607-3022>

Баштовой А., канд. техн. наук,

e-mail: anatolii.bashtovyi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1510-2945>

Институт технической теплофизики НАН Украины

Аннотация

Целью исследования является анализ текущего состояния, существующих барьеров и перспектив выращивания и использования энергетических растений в Украине. Учитываются такие аспекты как наличие свободных земель для выращивания, технико-экономические показатели соответствующих проектов, а также результаты оценки жизненного цикла производства тепловой энергии из энергетических растений.

Методы исследования включают анализ и обработку официальных статистических данных по площади различных категорий земель в Украине; выполнение оценки жизненного цикла проектов выращивания энергетических растений и производства тепловой энергии из них по показателям энергетической эффективности и сокращения выбросов парниковых газов; проведение технико-экономического обоснования указанных проектов.

Результаты исследования показывают, что в Украине ежегодно насчитывается до 4 млн га не задействованных сельскохозяйственных земель, которые можно использовать для выращивания энергетических растений без создания конкуренции производству продуктов питания и без нарушения критериев устойчивого развития. Жизненный цикл проектов выращивания многолетних энергетических растений с последующим производством тепловой энергии имеет высокие показатели по энергетической эффективности, а величина сокращения выбросов парниковых газов существенно зависит от расстояния транспортировки биотоплива. Однако, проекты выращивания таких энергетических растений как ива, тополь, мискантус имеют экономические показатели на грани рентабельности и поэтому могут быть недостаточно привлекательными для инвесторов.

Выводы. Выращивание и использование энергетических растений является одним из наиболее перспективных секторов биоэнергетики Украины. Преимуществами развития этого направления являются возможность получения всех видов биотоплива (твердого, газообразного, жидкого) для замещения традиционных энергоносителей, положительное влияние на состояние почвы (увеличение содержания органического вещества, фиторемедиация загрязненных земель), развитие местной экономики и создание новых рабочих мест в регионах. Для улучшения экономических показателей соответствующих проектов необходимо введение государственной субсидии на выращивание энергетических растений на уровне 20-24 тыс. грн/га в зависимости от вида культуры.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, биомасса, биотопливо, энергетические растения, технико-экономическое обоснование, оценка жизненного цикла, парниковые газы.