

УДК 665

СИРОВИННИЙ ПОТЕНЦІАЛ РИЖІЮ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КОМПОНЕНТІВ МОДИФІКУВАННЯ СКЛАДУ АВІАЦІЙНОГО ПАЛИВА

С. В. Бойченко, д-р техн. наук, проф., А. В. Яковлева, асист., А. В. Бондарук

Національний авіаційний університет

Bondaruk-anastasia@ukr.net

У статті описано основні екологічні проблеми, пов'язані з використанням традиційних авіаційних палив. Розглянуто доступні на сьогодні сировинні ресурси, що можуть застосовуватися для виробництва біопалив. Окреслено потенціал використання рижію, як сировини для отримання альтернативних авіаційних палив.

Ключові слова: авіаційні палива; альтернативні біопалива; сировина для біопалива; рижій посівний.

This article describes the main environmental problems associated with the usage of conventional aviation fuel. Currently available resources that can be used for biofuel production are considered. The potential usage of camelina as a raw material for producing alternative aviation fuels is outlined.

Keywords: aviation fuel; alternative biofuels; biofuel feedstock; camelina.

Вступ

Один з ключових напрямів досліджень, пов'язаний з впливом транспорту на захист навколишнього середовища є скорочення викидів продуктів згоряння палива, що забруднюють навколишнє середовище і атмосферу.

Транспортна система є важливою складовою економічного розвитку будь-якої країни. Безперервна робота транспорту відіграє ключове значення у забезпеченні становлення держави та її сталого розвитку. Особливу роль у цьому процесі, безперечно, відіграє авіаційний транспорт, більша частина якого обладнана газотурбінними двигунами [1].

Важливою проблемою при використанні авіаційного транспорту є те, що авіаційні судна відповідають за більш ніж 2 % світової емісії CO₂. Окрім CO₂, літальні апарати містять низку відпрацьованих газів, а також інші компоненти, що негативно впливають як на здоров'я людини, так і на глобальні зміни клімату на планеті [2]. Одним із пріоритетних методів обмеження викидів, шкідливих для здоров'я і навколишнього середовища, є виробництво біопалив з рослинної сировини, а саме — олій [3]. Виходячи з цього, виявилось необхідним проведення дослідження потенціалу рослинної сировини, як початкового етапу у процесі розроблення на території України біопалив для авіаційної техніки.

Постановка проблеми

Аналізуючи ситуацію, що склалася в сучасній нафтопереробній галузі, та беручи до уваги екологічну ситуацію у світі, що постійно погіршується — перехід на альтернативні види авіаційного палива є очевидним. Крім того, слід враховувати вимоги міжнародних організацій, таких як ICAO, IATA, SAEP, щодо екологізації цивіль-

ної авіації. Серед цих вимог слід виділити такі: зниження викидів CO₂ літальними апаратами, зниження токсичності відпрацьованих німі газів (NO_x, SO₂ та інші речовини). Враховуючи ці та інші фактори, альтернативні авіаційні палива, що розробляють та використовують сьогодні в світі мають задовольняти такі вимоги [4]:

- бути поширеними та доступними в усьому світі задля забезпечення міжнародних польотів;
- великий термін експлуатації літального апарату (більше 30 років) вимагає альтернативні палива бути сумісними з деталями двигуна та не потребувати значних його переобладнань;
- альтернативні палива мають проходити жорстку процедуру сертифікації з метою забезпечення повної відповідності показникам якості традиційних реактивних палив;
- альтернативні авіаційні палива мають бути екологічно безпечними та здатними забезпечити постійно зростаючі потреби авіації в паливі.

Отже, існує необхідність вдосконалення характеристик існуючих біопалив та створення нових підходів до підвищення їх екологічності.

Аналіз досліджень і публікацій

Проблема виробництва і використання біопалива, через її загальну високу важливість, закономірно знаходить широкий відгос у науковій літературі. Аналіз учених С. В. Бойченка, А. В. Яковлевої, Є. М. Семенишина останніх розробок та досліджень з виробництва біопалива доводить його переваги виробництва над традиційними паливами. Можливості збільшення частки біопалива у структурі джерел задоволення енергетичних потреб є предметом наукових досліджень таких вітчизняних і зарубіжних учених, як О. О. Вовк, О. П. Скорук, Т. В. Медведєвої, Л. С. Яновського та ін.

Потенціал рижію як сировини для авіаційного біопалива вбачають Г. І. Демидась, Р. В. Стадники, Х. М. Онисько. Разом з тим у літературних джерелах залишаються майже не проаналізованими і не висвітленими питання пошуку можливостей розвитку ринку авіаційних біопалив в Україні в період настання ситуації, коли країна постала перед проблемою енергетичної кризи.

У нашій країні тільки здійснюються перші кроки до наукового дослідження даної проблеми і початкові, не досить впевнені, практичні рішення.

Поділ авіаційних біопалив за поколіннями

Залежно від сировини, з якої виробляють біопаливо та технологій її переробки, прийнято виділяти палива 1-го, 2-го та 3-го покоління. Для виготовлення палива першого покоління використовують олійні культури, злакові, коренеплоди та сировину тваринного походження. Друге покоління біопалива виробляють із відходів сільськогосподарства, неїстівної сировини. Вважається, що виготовлене з водоростевої біомаси паливо відноситься до третього покоління і є найперспективнішим [5].

Головною сировиною для виробництва біопалива першого покоління в Україні є ріпак. Додавання чистої ріпакової олії до авіаційного палива не рекомендується, адже висока в'язкість, низька температура змерзання, вміст води і органічних кислот є несприятливими чинниками використання чистого рослинної олії як палива.

Протягом останніх років існує критика біопалива першого покоління у зв'язку з тим, що паливо вироблене з ріпаку не сприяє скороченню викидів CO₂. Цей факт стимулює пошук нових, економічно ефективних технологій, пошуку сировини другого покоління, джерела якої практично невичерпні. Такими джерелами мають стати культури нехарчового призначення, багаторічні трави та відходи сільськогосподарства, харчової і лісової промисловості [2].

Популярною рослиною для виготовлення біопалив другого покоління є рижій, що зумовлено його надзвичайною пластичністю до агроекологічних умов вирощування та висока рентабельність виробництва. Біопалива другого покоління є досить ефективними і використовуються в авіації без зниження якості і характеристик роботи двигунів.

Третє покоління біопалива виробляють з водоростей, переробка яких дає змогу отримати різні види палива з накопиченої біомаси. Перевагами їх використання є швидкоростучість та здатність подвоювати свою масу декілька разів на день.

Сучасний стан і перспективи виробництва авіаційного біопалива з рижію в Україні

Найбільшим сировинним потенціалом, на території України, володіє рижій, як біокомпонент другого покоління.

Нині в Україні рижій вирощують на незначних площах у Поліссі та в Північному Лісостепу, хоча існують всі передумови для розширення площ під його посіви.

Перспектива рижію у використанні його як сировини для біопалива, пов'язана з його стійкістю до несприятливих ґрунтових і кліматичних умов, що в умовах занедбання великої кількості земель на території України призведе до їх окультурення і поліпшення загальної агроеконімічної ситуації країни.

Альтернативність рижію посівного ріпаку ярому полягає у надзвичайній агроекологічній пластичності до умов вирощування.

Рижієм часто пересівають і підсівають загиблі або зріджені озимі посіви, а також його використовують як проміжну та післязривну культуру. Рослини витримують весняні приморозки, у період вегетації малочутливі до посухи. Мають короткий вегетаційний період, що дає змогу ефективно використовувати запаси вологи і формувати врожай за рахунок опадів, що випадають у період вегетації [6].

Після збирання рижію можна вирощувати інші культури. Він добре росте на всіх видах ґрунтів, крім важких глинистих. На відміну від інших капустяних культур, у посівах рижію практично немає шкідників і хвороб.

Адаптивній пластичності рижію ярого сприяють його унікальні біологічні властивості порівняно з іншими ярими олійними культурами. У результаті, це дає можливість вирощувати його на ґрунтах низького класу, невідходящих для інших культур, а значить, дає шанс отримання рослинної олії, придатної для виробництва біопалива без скорочення виробництва продуктів харчування. Крім того, це також дає реальний шанс на розвиток сільськогосподарських районів України, що мають ґрунти низької якості.

Підвищенню насінневої продуктивності рижію посівного сприятимуть наукові розробки технологічних прийомів вирощування стосовно ґрунтово-кліматичних умов України, звертаючи особливу увагу визначенню оптимальної густоти рослин та встановленню оптимальних строків сівби та норм мінеральних добрив.

Таким чином, є об'єктивні підстави стверджувати, що рижій посівний, як давня, але забута олійна культура, в найближчу перспективу знайде чільне місце у виробництві біопалива.

Технологія виробництва біокомпоненту з рижісної олії

Проблеми переходу на альтернативні джерела палива викликають необхідність проведення експериментальних досліджень процесів екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини з метою інтенсифікації процесу вилучення олії, комплексної переробки сировини, апаратурного вдосконалення процесу тощо.

Сьогодні найпоширенішими методами вилучення олії з рослинної сировини є методи екстрагування та пресування [7].

Вилучення олії з рижію методом екстрагування органічними розчинниками є ефективнішим порівняно з методом пресування, оскільки екстрагування дає змогу вилучити 90–99 % цільового компонента порівняно з 10–15% під час пресування. Ефективність виділення цільових компонентів екстракційним методом значною мірою залежить від екстрагента, а саме — від високої розчинної здатності екстрагента і селективності проникнення у матеріал. Технологічна схема отримання біокомпоненту з олії рижію представлена на рисунку.



Технологічна схема переробки олії рижію в біокомпонент

Проведені дослідження показали, що олія рижію посівного є повноцінною сировиною для отримання вуглеводневих паливних біокомпонентів другого покоління.

Відрізняється вона унікальним — відносно до інших відомих натуральних олій — складом жирних кислот в тригліцеридах.

Переважають у ньому ненасичені жирні кислоти з багатьма подвійними зв'язками. Отже, нове біопаливо з рижію має набагато кращі, з точки зору використання як палива для газотурбінних двигунів, параметри, ніж чистий біодизель, отриманий з рослинних олій.

Рижій посівний як альтернатива традиційним авіаційним паливам

З метою оцінки перспективи використання рижію як сировини для виробництва компонентів авіаційного палива було проведений SWOT-аналіз.

SWOT-аналіз біокомпоненту — це процес встановлення зв'язків між найхарактернішими для нього можливостями, загрозами, сильними сторонами (перевагами), слабкостями, результати якого в подальшому можуть бути використані для формулювання і вибору стратегій його комерціалізації.

Сильні сторони використання рижію [8–9] як сировини для авіаційного палива покликані забезпечити його прискорене просування до досягнення стратегічних цілей, водночас його слабкі сторони викликають гальмування. Тут також природно враховувати можливості і загрози, без

яких неможливо правильно визначити сценарії розвитку впровадження біопалив з рижію в цивільну авіацію, адже відсутність відповідної реакції на загрози спричиняє уповільнення процесу впровадження авіаційного біопалива до масового ужитку.

ВИКОРИСТАННЯ РИЖІЮ ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ АВІАЦІЙНОГО ПАЛИВА	
Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> • стійкість культури рижію до несприятливих ґрунтових і кліматичних умов (посухостійка, морозостійка рослина, не потребує добрив та не вражається шкідниками і хворобами); • олія рижію має низьку температуру застигання, тому добре підходить для виробництва біопалива для використання в умовах низьких температур; • олії характеризується виключно низьким вмістом сірки та відсутністю ароматичних вуглеводнів; • Україна має сприятливі географічні та кліматичні умови для вирощування рижію 	<ul style="list-style-type: none"> • необхідність значних площ для вирощування сировини; • сезонний дефіцит поставок сировини для виробництва біомаси; • відсутність відпрацьованих технологій збору, обробки та зберігання сировини біомаси; • недостатня кількість фінансових ресурсів і капітальних вкладень; • складна процедура сертифікації біопалива; • недоліки нормативно-правової бази та відсутність дієвих державних програм у галузі впровадження авіаційного біопалива Україні; • уведення ЄС або іншими країнами додаткових заходів для захисту їхніх внутрішніх ринків (нові вимоги сертифікації, квоти тощо)
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> • зниження викидів CO₂ в атмосферу; • стимуляція розвитку агропромислового комплексу; • можливості працевлаштування в сільській місцевості; • покращення стану навколишнього природного середовища; • зменшення енергетичної залежності країни 	<ul style="list-style-type: none"> • несприятливі погодні умови спричиняють втрати врожаю; • часті коливання ціни на зернові культури; • виснаження родючості земель; • зниження продовольчої безпеки

Проведений SWOT-аналіз свідчить про наявність істотної переваги використання біопалива з рижію порівняно з використанням традиційного авіаційного палива, що пов'язано з його екологічністю, зниженням залежності від викопного палива та підтриманням існуючих біопаливних цілей.

Головні недоліки пов'язані з зовнішніми природними та економічними чинниками можуть бути мінімізовані шляхом своєчасної відповідної реакції на виникаючі загрози.

Висновок

Проведений SWOT-аналіз доводить переваги виробництва та використання палива другого покоління, а саме — рижію, основні переваги якого полягають у збереженні цінної сировини

для виробництва харчових продуктів і зменшення шкідливих викидів в атмосферу (відсутність домішок забезпечує при згорянні мінімальний викид парникових газів в атмосферу).

Це означає, що необхідно забезпечити сучасний технологічний супровід процесу виробництва біопалив для того, щоб Україна перейшла до виробництва біопалив і перестала використовуватись як сировинна база.

Маючи на увазі економічні та стратегічні інтереси нашої держави, необхідно спрямувати зусилля на розвиток проблеми впровадження авіаційного біопалива в Україні, шляхом розробки стратегічного плану біопалива, спираючись на досвід європейських країн, США і Канади, в масштабі, що відповідає інтересам нашої енергетичної незалежності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яковлева А. В. Застосування біопалив для повітряно-реактивних двигунів з метою покращення їх екологічних характеристик / А. В. Яковлева, С. В. Бойченко // *Авиационно-космическая техника и технология*. — 2012. — № 7. — С. 60–64.
2. Hileman J. I. Near-Term Feasibility of Alternative Jet Fuels / J. I. Hileman, H. M. Wong, I. Waitz. — Santa Monica, California: RAND Corporation, 2009. — 120 p.
3. Яковлева А. В. Дослідження властивостей олій як сировини для одержання компонентів авіаційного біопалива / А. В. Яковлева // *Вопросы химии и химической технологии* 4 (2013). — С. 86–93.
4. Вовк О. О. Сучасний стан забезпеченості авіаційної галузі України паливами для повітряних суден / О. О. Вовк, А. В. Яковлева, Т. Л. Овчаренко // *Наукоємні технології*. — 2013. — № 3. — С. 258–262.
5. Дебаков В. А. Биотопливо / В. А. Дебаков // *Биотехнология*. — 2008. — № 1. — С. 3–14.
6. Демидась Г. І. Рижій посівний — олійна культура альтернативна ріпаку ярому для виробництва біодизеля / Г. І. Демидась, Г. П. Квітко, Н. Я. Гетман // *Збірник наукових праць ВНАУ*. — Вінниця: 2011. — Вип. 8 (48). — С. 3–8.
7. Семенишин Є. М. Кінетика екстрагування олії з насіння рижію посівного / Є. М. Семенишин, Р. В. Стадник, Х. М. Онисько // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Хімія, технологія речовин та їх застосування. — 2014. — № 787. — С. 337–343.
8. Козленко О. М. Стабільність та пластичність олійних культур в умовах Правобережного Лісостепу / О. М. Козленко // *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. — 2010. — Вип. 4. — С. 137–142.
9. Muśnicki Cz. Lnicznik siewny, lnianka albo rydz to ta sama roślina / Cz. Muśnicki // *Top Agrar Polska*. — 2007. — № 4. — 6 s.

REFERENCES

1. Yakovleva A. V. Application of biofuels for air-jet engines with a view to improve their ecological characteristics / A. V. Yakovleva, S. V. Boichenko // *Aerospace technique and technology*. — 2012. — No. 7. — P. 60–64.
2. Hileman, J. I. Near-Term Feasibility of Alternative Jet Fuels / J. I. Hileman, H. M. Wong, I. Weitz, Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2009. — 120 p.
3. Yakovleva A. V. Study of the properties of oils as raw materials to produce components of jet fuels. Questions chemistry and chemical technology 4 (2013). — S. 86–93.
4. Vovk O. O. Current state of security of aviation industry of Ukraine fuels for aircraft / O. O. Vovk, A.V. Yakovleva, T. L. Ovcharenko // *science technologies*. — 2013. — No. 3. — S. 258–262.
5. Debakov B. A. Biofuels / B. A. Dubakov // *Biotechnology*. — 2008. — No. 1. — C. 3–14.
6. Demidas G. I., CDO G. P., Getman N. I. Camelina — an alternative oilseed crop of spring rapeseed for biodiesel production. — Vinnitsa : 2011. — VIP. 8 (48). — C. 3–8.
7. The kinetics of extraction of oil from camelina sativa seeds seed / E. M. Semenishin, R. W. and Stadnik, H. M. Onisko // *Bulletin of National University «Lvivska politehnika»*. Chemistry, technology rehovin that they zastosuvannya. — 2014. — No. 787. — P. 337–343.
8. Kozlenko O. M. Stability and plasticity of oilseed crops in conditions of right Forest-steppe / O. M. Kozlenko / *Collected naukowych of the «Institut zemlerobstva of NAAS»*. — 2010. — VIP. 4. — S. 137–142.
9. Musnicki Cz. Lnicznik siewny, lnianka albo rydz to ta sama roslina / Cz. Musnicki // *Top Agrar Polska*. — 2007. — № 4. — 6 s.

Стаття надійшла до редакції 04.02.2016