

УДК 504.064:330.15

DOI: 10.31891/2307-5740-2019-276-6-29-32

БУРЛАКА С. А., ГУМЕНЮК Ю. В., ЄЛЕНИЧ А. П.
Вінницький національний аграрний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА НА ОСНОВІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Біодизель та біоетанол на основі енергетичних культур вимагає всебічного обґрунтування. Метою наших досліджень є еколого-економічна оцінка вирощування енергетичних культур, перспективних для країн з помірним кліматом, таких як ріпак, природні багаторічні трави і зернові, для отримання спирту. Розрахунок собівартості біопалива і аналіз екологічного впливу виконані на основі використання методу оцінки життєвого циклу продукції. Проведено аналіз технологій виготовлення біоетанолу та визначено основні технічні переваги та недоліки. Розглянуто крохмалевмісну та цукровмісну сировину для одержання спирту в основному зі злакових культур. У статті визначено, що отримання біоетанолу та іншої побічної сировини стає все більш популярною під час використання комплексної переробки зерна. Головною ідеєю комплексної переробки зерна є поділ його на важливі складові компоненти, причому до того як вони пройдуть "чужу" переробку. Встановлено, що для спиртового виробництва, безпосередньо на оцукрення, подається тільки крохмаль, причому такий, який не може використовуватися в інших, більш прибуткових, виробництвах. До основного виробництва відбувається виділення з зерна клейковини, крохмалю А, крохмалю В, висівок. Проведено аналіз технологій виробництва глибокої переробки зерна. Вона поділяється на два види: «сухий» процес переробки і «мокрый» процес. Визначені переваги та недоліки основної промислової технології глибокої переробки зерна, а саме трифазна декантерна технологія, що забезпечує найбільш високу ефективність процесу як з точки зору продуктивності, так і з точки зору ресурсо- та енерговитрат. Досліджені основні перспективні технології та сировинна база для виготовлення біоетанолу із застосуванням глибокої переробки злакових культур.

Ключові слова: енергетичні культури, біопаливо, еколого-економічна оцінка, злакові культури, біоетанол.

BURLAKA S., HUMENIUK Y., YELENYCH A.
Vinnytsia National Agrarian University

PROSPECTS OF BIOFUEL PRODUCTION BASED ON CEREALS

Energy-based biodiesel and bioethanol require comprehensive justification. The purpose of our research is to provide an ecological and economic assessment of the cultivation of energy crops promising for temperate countries, such as rapeseed, natural perennial grasses and cereals for alcohol. The cost calculation of biofuels and environmental impact analysis are based on the use of the product life cycle estimation method. The analysis of bioethanol production technologies is carried out and the main technical advantages and disadvantages are identified. The starchy and sugar-containing raw materials for the production of alcohol mainly from cereals have been considered. The article identifies that the production of bioethanol and other by-products is becoming increasingly popular with the use of integrated grain processing. The main idea of integrated grain processing is to divide it into important constituent components, and before they undergo "foreign" processing. It is established that for alcohol production, directly to the saccharification, only starch is served, and one that cannot be used in other, more profitable, industries. The main production is the release of gluten, starch A, starch B, bran. The analysis of technologies of production of deep processing of grain is carried out. It is divided into two types: "dry" processing process and "wet" process. Advantages and disadvantages of the basic industrial technology of deep processing of grain, namely three-phase decanter technology, which provides the highest efficiency of the process both in terms of productivity and in terms of resource and energy costs are identified. The main promising technologies and raw material base for bioethanol production in the application of deep processing of cereals are investigated.

Keywords: energy crops, biofuels, ecological and economic evaluation, cereals, bioethanol.

Відновлювана енергетика – це один із напрямів зеленої або стійкої економіки. Міжнародним агентством з відновлюваної енергетики (IRENA) розроблено два базових сценарії розвитку на період до 2050 року: сценарій Reference Case заснований на поточній енергетичній політиці країн світової спільноти і сценарій REmap-Case заснований на прогнозах трансформації світової енергетичної системи з переходом до низько-вуглецевих технологій. За прогнозами, з 2015 по 2050 рік частка поновлюваних джерел енергії зросте з 15 % до 27 % за сценарієм Reference Case і до 66 % за сценарієм REmap-Case. Відповідно до сценарію REmap-Case частка енергії, отриманої з біомаси в транспортному секторі, складе 22 % і в промисловості 19 % [1].

Впровадження відновлюваної енергетики обумовлюється, як пошуком джерел енергії, здатних замінити викопне паливо в найближчому або віддаленому майбутньому, так і перспективою зниження впливу на навколишнє середовище. Напрямки використання відновлюваної енергетики залежать від ряду факторів і, в першу чергу, від кліматичних умов регіону. Наприклад, в країнах з морським кліматом і постійними стійкими вітрами ефективним напрямком є будівництво установок з використання енергії вітру, для регіонів з тропічним і субтропічним кліматом – установка сонячних батарей тощо. Другим за значимістю фактором є розвиток технологій, що дозволяє, наприклад, ефективно використовувати сонячні батареї в скандинавських країнах або в центральних регіонах. Проте, розвиток сонячної та вітрової енергетики вимагає додаткових дотацій і більш ефективним напрямком для умов центральної і північної України є біоенергетика. В цьому випадку біологічний матеріал перетворюється в енергію в результаті процесів спалювання або анаеробного зброджування. Ринок біопалива так само, як й інших поновлюваних джерел енергії, безпосередньо пов'язаний з котируваннями світових цін на традиційні енергоносії.

Середньорічні ціни на нафту, досягнувши історичного максимуму в 2011–2013 роках, різко знизилися в 2015–2016 роках, але знову мають стійке зростання в останні роки. Як результат, обсяг виробництва біодизеля, наприклад, мав стійку тенденцію до зростання протягом 2000–2010 років, а сповільнився, починаючи з 2012 року, але вже в 2017 році світове виробництво знову збільшилася. Це дозволяє припустити, що інтерес до альтернативних джерел енергії слідом за підвищенням цін на традиційні енергоносії буде рости.

Біомаса для енергетичних цілей може бути отримана як на невідновлюваній, так і відновлюваній основі. До поновлюваних джерел належить, наприклад, енергія, отримана з деревини без відновлення лісового масиву. Для отримання відновлюваної енергії можна використовувати відходи органічного походження, рослинні залишки, енергетичні культури і тощо [2]. До енергетичних належать культури, біомаса яких може бути використана в якості енергоносія для виробництва палива для двигунів внутрішнього згорання (цукрова тростина, ріпак, пальми), біогазу для опалення або вироблення електрики (силосні культури, гній великої рогатої худоби, пташиний послід), вироблення тепла (деревина, солома, багаторічні та однорічні трави). До енергетичних культур можна віднести посіви зернових та інших сільськогосподарських культур, побічна продукція яких (солома) так само є біопаливом. Використання органічних або лісових відходів або продуктів переробки лісової промисловості не вимагає виділення додаткових площ, що є перевагою в порівнянні з енергетичними культурами. Виробництво біомаси на основі енергетичних культур необхідно обґрунтовувати з урахуванням забезпеченості продовольством зростаючого населення планети [3]. Проте, площі енергетичних посадок, починаючи з 90-х років минулого століття, мають неухильну тенденцію до зростання [4], і це можна пояснити рядом факторів:

- енергетичні культури можна висаджувати окремими великими масивами, розташованими поблизу енергетичних об'єктів, що дозволяє поліпшити логістику їх використання;

- приріст біомаси на одиницю площі і, отже, обсяг її виробництва є стабільним і прогнозованим показником;

- енергетичні культури можуть вирощуватися на різних за родючістю, ступенем деградації і забруднення ґрунтах, що дозволяє вирішувати питання охорони і відновлення природних екосистем;

- порівняно високий урожай біомаси енергетичних культур як в даний час, так і в перспективі може бути отриманий на низькородючих і забруднених землях, на неудобіах, на заболочених землях, де вирощування традиційних сільськогосподарських культур не ефективно або зовсім неможливе.

- енергетичні культури не вимагають використання прісної води для зрошення і стимулювання продукту

Мета і задачі роботи. Метою статті є дослідження використання енергетичних культур та еколого-економічна оцінка найбільш типових для кліматичних умов помірного пояса України: ріпак, природні багаторічні трави, швидкозростаюча верба, зернові злаки.

Аналіз останніх досліджень. Системне вивчення процесів становлення та подальшого розвитку ринку біопалива здійснюють у своїх наукових розробках В.І. Бойко, П.І. Гайдуцький, Г.Г. Гелетуґа, В.О. Дубровін, Г.М. Забарний, Г.М. Калетнік, М.І. Кобець, Б.Я. Панасюк, О.О. Прутська, П.Т. Саблук, С. Циганков, О.М. Шпичак та інші. Однак, сучасність вимагає якнайшвидшого переходу до промислового використання біологічних видів палива у всіх галузях народного господарства України, що актуалізує наукові дослідження в даній царині науки.

Виклад основного матеріалу. Біопаливо – це біомаса різного походження, яка може бути використана в якості газоподібного, рідкого (біодизель) або твердого палива для отримання енергії. Насіння ріпаку використовуються для отримання олії і далі біодизеля. Біоетанол – це рідке спиртове паливо, який виробляється із сільськогосподарської продукції, що містить крохмаль або цукор, наприклад, з кукурудзи, зернових або цукрового очерету. На відміну від спирту, з якого виробляються алкогольні напої, паливний етанол не містить води і виробляється укороченою дистиляцією (дві ректифікаційні колони замість п'яти), тому містить метанол і сивушні масла [5].

Найбільш поширене отримання біоетанолу в Бразилії, США, Швеції. Етанол є менш «енергозатратним» джерелом енергії, ніж бензин, і застосовується не в чистому вигляді, а в суміші з бензином в різних пропорціях. Суміш E-10 містить 10 % біоетанолу, E-85, відповідно, – 85 %. Десятивідсотковим паливом без переробки можна заправляти будь-який сучасний автомобіль, застосування 85-відсоткового вимагає переробки двигуна і системи живлення. Існують і так звані Flex-Fuel (FFV) автомобілі, які можуть працювати і на бензині, і на його суміші з етанолом в будь-якому співвідношенні.

Біоетанол як паливо нейтральний як джерело парникових газів. Він володіє нульовим балансом діоксиду вуглецю, оскільки при його виробництві шляхом бродіння і подальшого згорання виділяється стільки ж CO₂, скільки до цього було взято з атмосфери рослинами для його виробництва. Те, що міститься в етанолі кисень, дозволяє більш повно спалювати вуглеводні палива. 10 % вміст етанолу в бензині дозволяє скоротити вихлопи аерозольних часток до 50 %, викиди CO – на 30 %.

Найбільш перспективними є злакові культури. Одними з них є пшениця, жито, ячмінь тощо. Для отримання біоетанолу та іншої побічної сировини стає все більш популярною комплексна переробка зерна.

Головною ідеєю комплексної переробки зерна є поділ його на важливі складові компоненти, причому до того як вони пройдуть «чужу» переробку. Стосовно спиртового виробництва це означає, що безпосередньо на оцукрення подається тільки крохмаль, причому тільки такий крохмаль, який не може використовуватися в інших, більш прибуткових, виробництвах. До основного виробництва відбувається

виділення з зерна клейковини, крохмалю А, крохмалю В, висівок [6, 7]. За технологією виробництва глибока переробка зерна підрозділяється на два види: «сухий» процес переробки і «мокрый» процес.

«Сухий» процес передбачає переробку зерна без виділення клейковини (глютену). Дана технологічна схема традиційно використовується при виробництві спирту з харчової сировини.

«Мокрий» процес є більш прогресивним і якраз передбачає отримання розглянутих продуктів в ході переробки зерна. На сьогодні основною промисловою технологією глибокої переробки зерна є трифазна декантерна технологія, що забезпечує найбільш високу ефективність процесу як з точки зору продуктивності, так і з точки зору ресурсо- та енерговитрат.

Дана технологія з невеликими варіаціями сьогодні представлена у всіх провідних виробників обладнання, наприклад:

- Alfa-Laval (Швеція);
- Flottweg (Німеччина);
- GEA (Німеччина);
- Elomatik (Фінляндія)

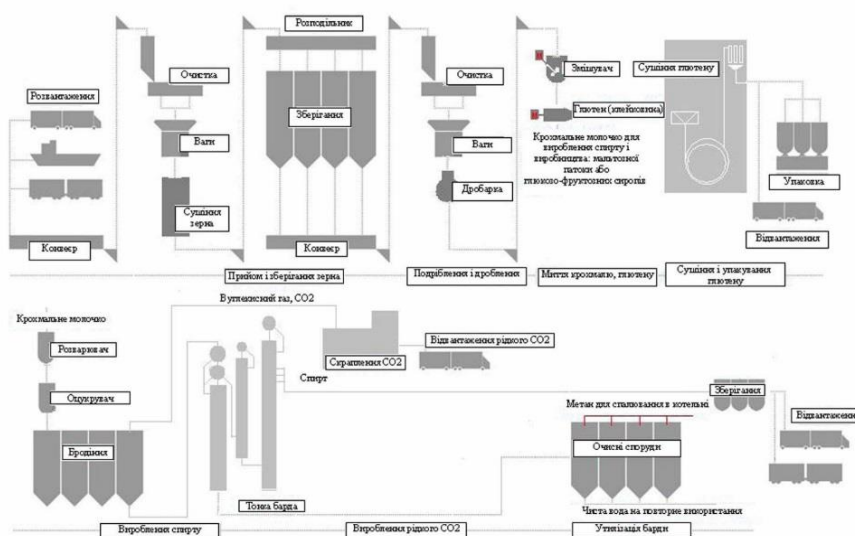


Рис. 1. Схема технологічного процесу глибокої переробки зерна

Розробка аналогічних технологій ведеться і на території України. Основна проблема, яка вирішувалася в процесі розвитку технологій глибокої переробки – як домогтися високої якості продукту при мінімальному використанні води? Актуальність даної проблеми пов'язана з тим, що в процесі переробки сировини відбувається відмивання різних компонентів (крохмалю різних фракцій, волокон, глютену, домішок), що пов'язано з постійним використанням води. Крім того, розвиток технологій вівся в напрямку збільшення виходу продукції і загальної енергоефективності.

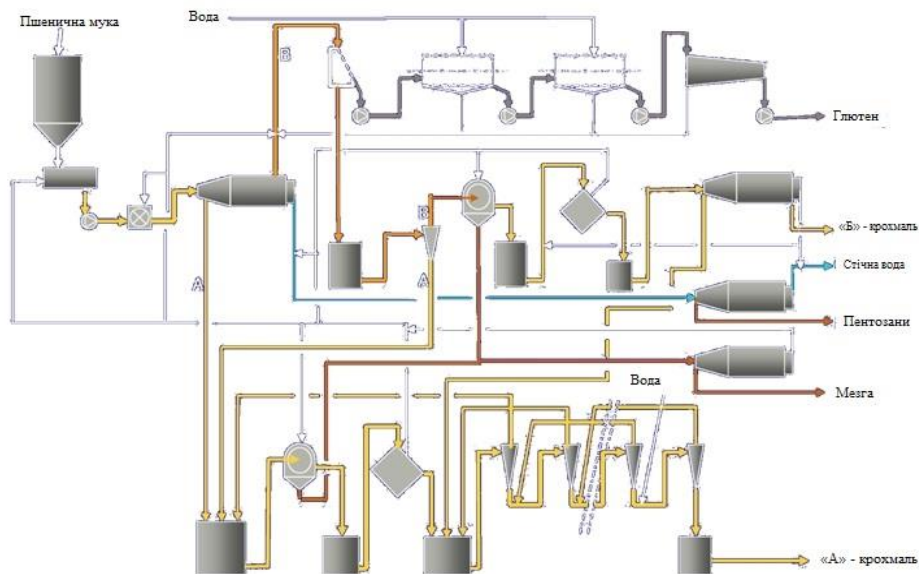


Рис. 2. Трифазний декантерний процес на прикладі компанії Alfa-Laval

Даний процес передбачає використання трифазного Декантера для сепарації трьох основних фракцій: А-крохмаль, В-крохмаль і глютен, С-крохмаль.

Отримувані кінцеві продукти:

- очищена і зневоднена клейковина;
- очищена суспензія крохмалю типу А для виробництва крохмалепродуктів або для використання в якості основи для отримання модифікованого крохмалю;
- суспензія крохмалю типу В для подальшої переробки (спирт / біоетанол, кормова добавка).

Переваги даної технології:

- висока якість поділу на трифазному Декантері;
- загальна концепція компактності конструкції, низька енерго- і водоспоживання, висока швидкість отримання продукту;
- процес може бути легко адаптований до різних типів пшеничного борошна.

Подальша переробка крохмалю дозволяє отримати в якості кінцевого продукту біоетанол і барду.

Висновки. Паливний біоетанол виробляється майже так само, як і звичайний харчовий спирт. Основна відмінність в ступені очищення: для виробництва біоетанолу досить мати дві ректифікаційні колони, а при виробництві харчового спирту таких колон необхідно п'ять. Крім того, паливний етанол майже не містить води (його концентрація досягає 99,8%), тому не потрібно його зневоднення. Найбільш сучасною і ефективною технологією зневоднення на сьогоднішній день є технологія молекулярних сит.

Значну роль відіграє сировина для виробництва та процес виготовлення самого спирту. Тому технологія глибокої переробки зерна має всі необхідні якості для масового виробництва біоетанолу та побічної продукції в економічних та екологічних умовах нашої країни.

Література

1. Global energy transformation. International Renewable Energy Agency (IRENA). IRENA 2018. ISBN 978-929260-059-4. 76 p.
2. Энергосбережение и возобновляемые источники энергии : учебно-методическое пособие / [О.И. Родкин, О.А. Кучинский, И.И. Матвеевко та ін.]; под общ. ред. С.П. Кундаса. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011. – 160 с.
3. The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. Meadows D. L. [et al.]. New York: Universe Books, 1972. 211 p.
4. Mola-Yudego B. Reviewing wood biomass potentials for energy in Europe: the role of forests and fast growing plantations. BIOFUELS, 2017. 11 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/17597269.2016.1271627>.
5. WBA global bioenergy statistics 2017. World bioenergy association, 4th edition - WBA Global Bioenergy Statistics. 80 p.
6. Гуменюк Ю.В. Стратегія розвитку зернопродуктового підкомплексу АПК для забезпечення продовольчої безпеки країни та комплексного розвитку сільського господарства / Ю.В. Гуменюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2019. – № 2. – С. 147–152
7. Гунько І.В. Оцінка екологічності нафтового палива та біопалива з використанням методології повного життєвого циклу / І.В. Гунько, С.А. Бурлака, А.П. Єленич // Вісник хмельницького національного університету. – 2018. – № 6. – С. 246–249.

References

1. Global energy transformation. International Renewable Energy Agency (IRENA). IRENA 2018. ISBN 978-92-9260-059-4. 76 p.
2. Energoberezhenie i vobnovlyaemye istochniki energii : uchebno-metodicheskoe posobie / [O.I. Rodkin, O.A. Kuchinskij, I.I. Matveenko та ін.]; pod obsh. red. S.P. Kundasa. – Minsk : MGEU im. A.D. Saharova, 2011. – 160 s..
4. The Limits to Growth: A Report for the Club of Romes Project on the Predicament of Mankind. Meadows D. L. [et al.]. New York: Universe Books, 1972. 211 p.
5. Mola-Yudego B. Reviewing wood biomass potentials for energy in Europe: the role of forests and fast growing plantations. BIOFUELS, 2017. 11 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/17597269.2016.1271627>.
6. WBA global bioenergy statistics 2017. World bioenergy association, 4th edition - WBA Global Bioenergy Statistics. 80 p.
7. Humeniuk Yu.V. Stratehii rozvytku zernoproduktovoho pidkompleksu APK dlia zabezpechennia prodovolchoi bezpeky krainy ta kompleksnoho rozvytku silskoho hospodarstva / Yu.V. Humeniuk // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2019. – № 2. – S. 147–152
8. Hunko I.V. Otsinka ekolohichnosti naftovoho palyva ta biopalyva z vykorystanniam metodolohii povnoho zhyttievoho tsykladu / I.V. Hunko, S.A. Burlaka, A.P. Yelnych // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2018. – № 6. – S. 246–249.

Рецензія/Peer review : 21.11.2019

Надрукована/Printed : 02.01.2020
Рецензент: д. е. н., проф. Мазур А. Г.