

УДК 620.313:621.311.22

В. О. Дубровін, д. т. н., проф.;**М. Д. Мельничук**, д. б. н., проф.;**С. В. Драгнєв**, асп.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ БІОПАЛИВА

Проаналізовано біомасу і біогаз як енергетичну сировину та обґрунтовано розвиток технологій виробництва біодизельного пального. Розглянуто етапи формування якості і собівартості біопалива. Запропоновано технологію отримання метилових естерів жирних кислот з насіння олійних культур та описано процеси збору, переробки, зберігання і утилізації побічної продукції.

Вступ

Актуальним напрямом розвитку аграрної сфери є виробництво енергії з біомаси. Біоенергетика — це об'єктивна реальність справжнього рівня розвитку енергетичної сфери виробництва [1—9].

Понад 70 % відновлюваних джерел енергії складає біомаса, в аграрному секторі це, перш за все, енергетичні культури, відходи переробки сільськогосподарської продукції і сировина для отримання біогазу. В цілому, біомаса посідає четверте місце серед палив, які використовуються в світі. Вона дає близько 2 млрд тонн умовного палива в рік. Це становить приблизно 14 % загального споживання первинних енергоносіїв в світі. Відбувається швидкий перехід до раціонального використання біомаси.

Національний аграрний університет (НАУ, м. Київ) розробив концепцію нехарчового використання сільськогосподарської продукції. Серед основних напрямів її реалізації перевага віддається таким перспективним продуктам, як біопаливо і біодобрива.

Основна частина

Світовий ринок останніми роками фіксує нове важливе для селян явище — створення нового сектора сільськогосподарського виробництва — енергетичного. Що дає сучасний енергетичний гектар? Розрахуємо на прикладі рапсу. При витратах на рівні 3000 грн/га на вирощування і енергетичну переробку можна отримати 1200 літрів дизельного біопального, 2 тони високобілкових макух і не менше 2-х тонн паливних гранул або брикетів. В сучасних цінах в Україні це складає: $3500 + 1200 + 1200 = 5900$ грн. Для Європи дана оцінка буде дорівнювати приблизно 9100 грн. Саме тому сьогодні багато іноземців з'являється у нас з пропозиціями вирощувати рапс, біомасу тощо.

Визначальна особливість біомаси, у розвитку нової енергетичної галузі в АПК, полягає в тому, що її недоцільно транспортувати на відстань понад 50 км. Тому переробку біомаси потрібно вести недалеко від полів, на яких її виростили. Енергетичний гектар без власної переробної галузі є лише примарою.

Кажучи про біомасу, як про енергетичну сировину, потрібно враховувати можливості різних технологій її переробки. Виробництво рапсового метилового естера (РМЕ) вимагає якнайменших первинних інвестицій, тому воно у всіх на устах сьогодні. Наукові співробітники НАУ активно працюють зі всіма видами біопалив: рідкими (біодизельне пальне), газовими (біогази) і твердими (брикети, гранули, брикетувальники і котли для їх використання).

В даний час розвиток технологій виробництва біодизельного пального в Німеччині дозволяє цій країні виробляти щорічно близько 2 млн тонн цього пального, що практично дорівнює річній потребі АПК України в дизельному пальному. Потенційна площа вирощування енергетичних культур в Україні може скласти до 6 млн га. Лише під олійні культури (рапс і т. п.) можна займати до 3 млн га. Перші заводи з виробництва дизельного біопального в Україні почнуть працювати в поточному сезоні, серед них буде і пілотний завод НАУ науково-освітнього призначення у сфері розвитку вітчизняної біоенергетики.

Особливу увагу потрібно звернути на етапи формування якості і собівартості біопалива (на прикладі РМЕ). Зокрема, це етапи, пов'язані з вирощуванням біомаси і її збиранням, первинною переробкою і зберіганням, виробництвом рослинної олії, її естерифікацією, очищенням біодизельного пального, а також змішуванням ДП з РМЕ.

Кожний з вказаних етапів виробництва дизельного біопального доцільно регламентувати нормативами. Так, при вирощуванні біомаси і її збиранні необхідно забезпечити застосування ресурсозбережних технологій вирощування — економія ресурсів до 30 %, сучасних технологій збирання врожаю — зменшення втрат на 10...20 %, а також освоїти нові олійні культури — зниження собівартості сировини до 40 %. Наприклад, при виробництві олії потрібно досягти її густини на рівні 900...930 кг/м³, кислотного числа — не більше 2 мг КОН /г, вміст фосфору не більше 12 мг/кг, золи — не більше 0,01 %, а цетанового числа — не менше 39. Невиконання нормативних вимог веде до зниження якості РМЕ, а витрати при цьому тільки зростають. Це підтверджують попередні експериментальні дослідження сумішевих палив з використанням РМЕ на тракторах Т-150.

В цьому напрямі діяльності науковими співробітниками НАУ розроблена технологія виробництва біодизельного пального з декількох олійних культур. Спільно з вітчизняними машинобудівними заводами запропоновано відповідне устаткування технологічних ліній (з очищенням біодизельного пального на рівні європейських норм). Затверджений перший в Україні стандарт на біодизельне пальне — СОУ 24.14-37-561: 2007. Ефіри метилові жирних кислот для дизельних двигунів. Вимоги і методи оцінки. Він вводиться в дію з 1 червня 2007 року.

В НАУ розроблена науково-технічна концепція сучасного заводу з виробництва дизельного біопального, яка враховує необхідність розширення площ посіву рапсу з підвищенням його врожайності і створення матеріально-технічної бази для переробки всього валового збору насіння з продажем тільки готової продукції (біодизельного пального, макух або комбікорму і інших супутніх продуктів). Реалізація концепції передбачає створення раціонального, на теперішній час, модуля заводу потужністю 3 тис. тонн біопального (олії) в рік, який має регіональне значення. Витрати на обладнання заводу заплановані для придбання нових апаратів виробництва підприємств України. Слід зазначити, що комплектація заводу залежить від місцевих умов і визначається індивідуально. В кожному випадку вирішальним чинником у виборі обладнання є забезпечення якості дизельного біопального у відповідності з СОУ 24.14-37-561: 2007 і забезпечення його конкурентноздатності на ринку. Встановлено, що в перший рік роботи заводу доцільно сконцентрувати виробництво на отриманні і реалізації олії для біодизельного пального, а вже потім розвивати основний напрям.

Технологія отримання метилових естерів жирних кислот з насіння олійних культур здійснюється таким чином. Всі процеси, які супроводжують трансформацію насіння олійних культур в метилові естери жирних кислот, проводять при тиску, близькому до атмосферного, а температуру насіння, олії, макух і метилових естерів жирних кислот утримують протягом здійснення всього способу у межах від — 50 °С до + 65 °С. Зокрема, сушіння насіння рапсу, соняшнику і інших олійних культур проводять при температурі від 25 до 60 °С. Потім з даного насіння отримують олію методом екструдуння, таким чином, що температура насіння, олії і макух не перевищує 60 °С. З даної олії «холодного пресування» видаляють віск (якщо це соняшникова або подібні їй рослини олії) за допомогою процесу винтеризації з наступною фільтрацією. Після цього масло естерифікують з використанням лужного каталізатора, розчиненого в метанолі, при температурах від 15 °С до 45 °С, з гравітаційним розділенням на метилові естери жирних кислот і гліцерол. Очищення метилових естерів жирних кислот від залишків метанолу проводять за допомогою барботажу сухим повітрям при температурі до 65 °С. Очищення метилових естерів жирних кислот від залишків мила виконують при температурах від 25 °С до 50 °С, а їх сушіння — сухим повітрям з температурою до 65 °С. Така технологія дозволяє зберегти до 10 % енергетичних ресурсів в процесі виробництва. При її здійсненні можливо досягти заданих якостей кінцевого продукту (метилових естерів жирних кислот). Завдяки даній технології отримання метилових естерів жирних кислот досягається істотне розширення можливостей застосування насіння різних олійних культур (рапсу, соняшнику, білої редьки, гірчиці тощо).

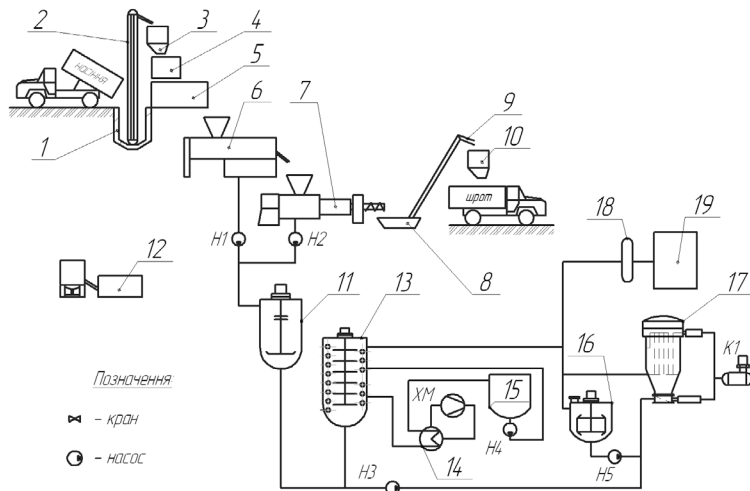


Рис. 1. Технологічна схема отримання і очищення рослинної олії

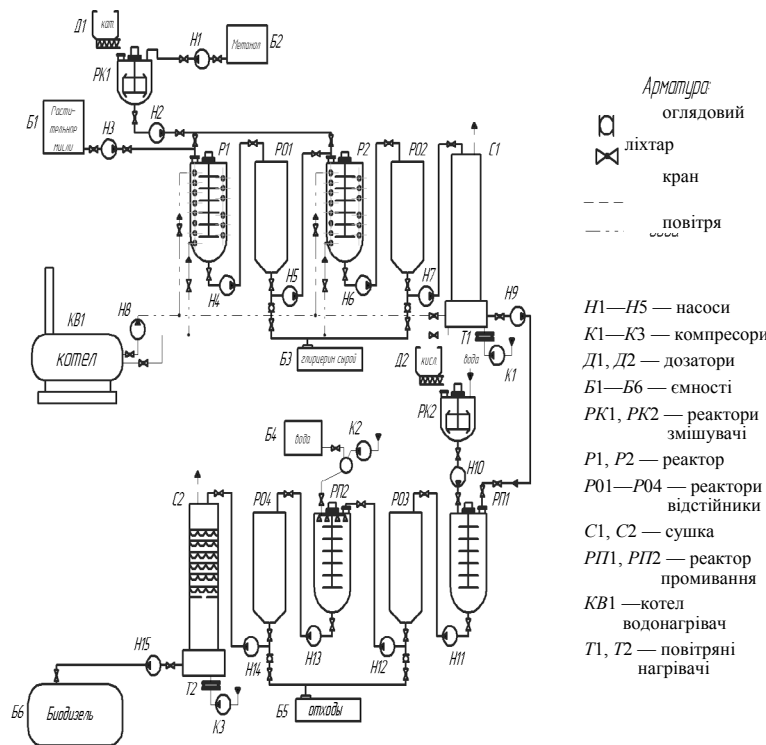


Рис. 2. Технологічна схема отримання метилових естерів жирних кислот (біодизельного пального)

Технологічні схеми отримання рослинної олії і біодизельного пального показані на рис. 1 і 2.

Прибуток від реалізації такого заводу створюється на етапах виробництва олійного насіння, їх зберігання, переробки в харчову рослинну олію, високобілкові макухи і подальшої трансформації в біодизельне паливо, гліцерол і різні за складом комбікорми.

Всю технологію вирощування і збирання рапсу в Київській і Полтавській областях оцінюють приблизно в 1500 грн/га при врожайності від 15 до 30 ц/га. Для заводу в 3000 т/рік біодизельного пального необхідно приблизно 10000 т/рік рапсового (або іншого олійного) насіння. Для цього необхідно засівати рапсом 3400...6700 га посівних площ. Це вимагає 5,0...10,0 млн грн. на вирощування насіння рапсу. При собівартості насіння рапсу на рівні 600...900 грн/т і вартості рапсу 1450 грн/т (у тому числі ПДВ, 2006 р.) сировина для заводу буде коштувати 14,5 млн грн, а на 2 місяця — 2,42 млн грн, сільгоспвиробник в цілому на цьому одержує прибуток в 4...6 млн грн. Первинна обробка (очищення і сушка рапсу) входить у вартість рапсу і здійснюється в господарствах. Досушування перед переробкою підвищує якість продукту. Зберігання може проводитися в господарствах (при даній ціні) або на заводі, але це вимагає розширеного бізнес-плану. Оскільки інвестиції в сушку самі по собі складають мінімум 310 тис. грн тільки капітальних витрат.

Розрахунки прибутку від вирощування 100-гектарної площі рапсу свідчать, що дотримання агротехнічного регламенту сприяє підйому врожайності з 15 до 35 ц/га і зниженню собівартості тонни з 998 до 602 грн, або в 1,66 рази.

Привабливим є варіант роботи заводу під експорт олії. Це дозволяє окупити перший цех з придбанням на першому етапі тільки устаткування для виробництва олії (при його ціні 4,5 грн/кг), вже за 1-й рік, а потім розвернути виробництво біодизельного пального.

Зазначимо, що серед продукції, яка може вироблятися на експорт, є майже весь перелік одержуваних продуктів. Тому, в процесі виробництва необхідно виходити з кон'юнктури не тільки внутрішнього, але й зовнішнього ринків, досягаючи балансу трьох складових продукції — для власних потреб, для розвитку регіонального споживання і для участі в експортних операціях. Собівартість біодизельного пального (РМЕ), яка на даному заводі, потужністю в 3000 т/рік, за наявності власної сировини може знаходитися на рівні 3,278 грн/кг, переконає в доцільності розвитку даного напрямку інноваційної діяльності. Існує стійка тенденція зростання цін на дизельне паливо в Україні, які неухильно наближаються до європейського рівня. Серед пріоритетних товарів для експорту біодизельне паливо (РМЕ) займає в останні 2—3 роки стабільно високі позиції. Біодизельне паливо входить в перелік стандартизованої в Європі біоенергетичної продукції.

Обладнання, яке пропонується використовувати для створення модульних заводів, випускається відомими українськими фірмами-виробниками. При тому, що обладнання дозволяє отримувати біодизельне пальне високої якості, воно значно (іноді в 3...5 разів) дешевше європейських аналогів, що дозволяє відповідно скоротити терміни окупності проектів.

Важливими елементами технології вирощування і використання рапсу для енергетичних потреб є процеси збирання, переробки, зберігання і утилізації побічної продукції. Зокрема, солома, яка може використовуватися як біомаса для спалювання, за своїми енергетичними характеристиками є однією з найкращих серед інших культур. Одна тонна рапсової соломи за своїм енергетичним потенціалом еквівалентна 300...350 кг пічного палива. Це істотно підвищує загальну ефективність рапсу, як сільськогосподарської культури. Сировинна база, технології і технічні засоби вирощування рапсу в Україні вимагають цільового розвитку і відповідної державної підтримки. Солома є важливим ресурсом, який не входить як складовий елемент в даний бізнес-проект, оскільки є окремим реальним енергетичним продуктом і вимагає окремої технічної і технологічної реалізації.

Використання набутого в країнах ЄС досвіду виробництва біодизельного пального дозволить Україні істотно розширити можливості власного аграрного сектору шляхом освоєння перспективної галузі альтернативної енергетики, а підготовка відповідних фахівців надасть цьому процесу стабільності і безповоротності. Отже, важливою передумовою виробництва біодизельного пального в Україні є комплексний розвиток сучасних технологій і технічних засобів вирощування, переробки і енергетичного використання рапсу, що базується на підготовлених відповідним чином фахівцях-практиках в цій галузі. Світовий досвід виробництва біодизельного пального доцільно поєднувати з раціональним застосуванням українських технологій і технічних засобів.

Економічна ефективність рідкого біопального в умовах нашої країни вимагає комплексного врахування всіх прямих і побічних продуктів його виробництва. Розрахунки свідчать, що завод з виробництва рослинної олії і біодизельного пального потужністю 3000 т/рік може окупитися за 2...4 роки, залежно від обсягів і ринку продажу виробленої продукції. Наявність невеликого регіонально розміщеного заводу з виробництва рапсової олії, комбікорму і біодизельного пального (3000 т/рік) підвищує стабільність постачання господарств енергетичними ресурсами, переводить частину сільськогосподарської продукції в сферу енергетичного використання. Важливою конкурентною перевагою подібного заводу є багатовекторність його продукції (насіння рапсу, високобілкові макухи, комбікорм, біодизельне пальне, гліцерол, солома тощо), яку можна реалізувати або використовувати для власних потреб залежно від кон'юнктури внутрішнього ринку. Реальним є експорт готової продукції або сировини. З наведених вище розрахунків можна зробити висновок про те, що при розвитку на заході індустрії переробки рапсу і стабілізації цін на дизпальне на рівні 1,2 €/л, вже в даний час доцільно експортувати рослинне масло або біодизельне пальне.

Що стосується біогазу, то таке виробництво щорічно може дати з 1 га 80000 кВт-годин теплової і електричної енергії. В цьому напрямі НАУ створена спеціалізована лабораторія для напрацювання маточної культури метаногенних бактерій. Пропрацьовані технології виробництва (на різних режимах з різноманітними живильними субстратами) біогазу і рідких органічних добрив високої якості. Створений перший в Україні стандарт — СОУ 40.21-37-560: 2007. Біогази для промислового і побутового використання. Вимоги і методи оцінки).

Відносно твердого біопалива нашими науковими співробітниками розроблені технології збирання і переробки біомаси. Готуються спеціалізовані установки для брикетування і грануляції біомаси, зокрема соломи. Спільно з чеськими колегами розроблені і виробляються котли-автомати, потужністю 25 і 50 кВт, які працюють на біопаливі.

На завершення зазначимо, що створення нового сектору сільськогосподарського виробництва — це реальний шлях до перетворення сільськогосподарської продукції в аналог енергетичній. Світові інвестиції в енергетичні технології з відновлюваними ресурсами в 2005 році склали \$ 38 млрд. Це майже четверта частина інвестиції на розвиток енергетичного сектора. Тобто, цим потрібно цілеспрямовано займатися і нам. Безумовно, сьогодні є дуже важливим розробка законодавчих актів, направлених на розвиток виробництва біопалива в Україні.

Висновки

1. Для вирощування енергетичних культур доцільно поступово відвести в Україні до 20 % посівних площ з відповідною державною підтримкою цього процесу.

2. Враховуючи значну різноманітність ґрунтово-кліматичних умов в Україні, доцільно розширити наукові дослідження процесів вирощування і комплексної багаторівневої переробки енергетичних культур і агропромислових відходів в біопалива з реалізацією пілотних проектів в основних регіонах, передбачивши фінансування цих робіт на рівні не менше, ніж 5 % ВВП, що виробляється АПК України.

3. Можливості зниження енергетичної залежності АПВ, розвитку місцевої економіки у всіх регіонах України залежать від рівня законодавчого сприяння розвитку виробництва біопалив і відповідного спеціалізованого устаткування.

4. Забезпечення якості і безпеки біопалив на ринку України обумовлено ухваленням нормативних документів і стандартів, які регламентують технології їх виробництва, обладнання і вимоги (технологічні, санітарно-гігієнічні, екологічні і економічні) відносно застосування нових енергетичних продуктів.

5. Досвід європейських країн вказує на необхідність створення лабораторій якості біопалив, які будуть сертифіковані на рівні ЄС або FAO.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубровін В., Гуков Я., Есепчук М. Напрями розвитку механізації рослинництва // Вісник аграрної науки. — № 1. — 2001. — С. 58—62.
2. Біопалива (технології, машини і обладнання) / Дубровін В. О., Корчемний М. О., Масло І. П. та ін. — К.: ЦПТ «Енергетика і електрифікація», 2004. — 256 с.
3. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / Забарний Г. М., Кудря С. О., Кондратюк Г. Г., Четверик Г. О. — К.: Інститут відновлюваної енергетики, 2006. — 226 с.
4. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії / Адаменко О., Височанський В., Лютко В., Михайлов М. / Під ред. докт. техн. наук, проф. В. Лютко. Івано-Франківськ: Полум'я, 2000. — 225 с.
5. Окоча А. І., Білоконь Я. Ю. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали. — К.: Укр. Центр духовної культури, 2004. — 448 с.
6. Пастухов В. И. Качества механизированных технологических операций и биопотенциала полевых культур. — Харьков, 2002. — 124 с.
7. Осауленко О. Г. и др. Статистический ежегодник Украины за 1998. — Киев: Техника, 1999. — 576 с.
8. Кравчук В. В новое столетие с новой технической политикой. // Техника АПК, 2000. — № 10. — С. 7—8.
9. Мироненко В. Г. Технічні засоби забезпечення якості виконання технологічних процесів у рослинництві. — К., 2005. — 271 с.

Матеріали статті рекомендовані до опублікування оргкомітетом Всеукраїнської науково-технічної конференції «Альтернативні екологічно чисті та відновлювальні джерела енергії» (30.05—1.06.2007 р.)

Надійшла до редакції 30.06.07
Рекомендована до друку 02.07.07

Дубровін Валерій Олександрович — директор НДІ екобіотехнологій та біотехніки; **Мельничук Максим Дмитрович** — директор ННІ охорони природи і біотехнологій; **Драгнєв Семен Васильович** — аспірант.

Національний аграрний університет (м. Київ)