

Українець А.І., Хомічак Л., Шиян П.Л., Олійничук С.Т.

Украинец А.И., Хомичак Л., Шиян П.Л., Олейничук С.Т.

Ukrainecs Anatoliy, Chomichak Lubomir, Shiyany Peter, Oliynichyk Sergey

**Спиртова галузь України на шляху до інноваційного розвитку**  
Спиртовая отрасль Украины на пути к инновационному развитию  
Spirit industry of Ukraine on a way to innovative development

Розглянуті шляхи розвитку спиртової галузі України - науково-технічне оновлення виробництва, впровадження інноваційних ресурсо- і енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій, зниження собівартості, підвищення якості, освоєння нових конкурентоспроможних видів продукції, в тому числі і паливного етанолу (біоетанолу).

Рассмотрены пути развития спиртовой отрасли Украины – научно-техническое обновление производства, внедрение инновационных ресурсо- и энергосберегающих, экологически безопасных технологий, снижение себестоимости, повышение качества, освоение новых конкурентоспособных видов продукции, в том числе и топливного этанола (биоэтанола).

Ways of development spirit industry of Ukraine - scientific and technical updating of manufacture, introduction innovative resources and energy-saving, ecologically safe technologies, decrease in the cost price, improvement of quality, development of new competitive kinds of production, including fuel ethanol (bioethanol) are considered.

**Ключові слова:** енерго- ресурсозаощаджуючі технології, біоетанол, моторні палива, високооктанова кисневмісна добавка до бензинів, біогаз, дифузійний сок

**Ключевые слова:** энерго-ресурсосберегающие технологии, биоэтанол, моторное топливо, высокооктановая кислородсодержащая добавка к бензинам, биогаз, диффузионный сок

**Key words:** resources and energy-saving technologies, bioethanol, motor fuel, high-octane oxygen contain additive to gasolines, biogas, secondary juice obtained from skins extraction

---

© Українець А.І., Хомічак Л., Шиян П.Л., Олійничук С.Т. «Харчова і переробна промисловість», 2007, № 12, с. 16-19

Програмою розвитку спиртової галузі України на 2007-2011 роки передбачено науково-технічне оновлення виробництва, впровадження інноваційних ресурсо- і енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій, зниження собівартості, підвищення якості, освоєння нових конкурентоспроможних видів продукції, в тому числі і паливного етанолу (біоетанолу).

Базуючись на Указі президента України „Про стан виконання рішень Ради національної безпеки і оборони України з питань енергетичної безпеки” від 02.08.2007р. № 678/2007 , основний наголос в Програмі зроблено, в першу чергу, на розробку і впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій та технологій з виробництва альтернативних джерел палива.

В останні роки в Національному університеті харчових технологій та УкрНДІспиртбіопрод із залученням науково-технічного потенціалу передових підприємств спиртової галузі розроблені інноваційні енергозаощаджуючі технології, які передбачають заміну солоду на концентровані термостабільні ферментні препарати селективної дії, низькотемпературну водно-теплову обробку зернової сировини, рекуперацію вторинної теплоти за схемою „заміс – сусло” та „барда – заміс”, використання вискоелективних спіральних теплообмінників, пластинчастих та повітряних дефлегматорів, підвищення концентрації сухих речовин зернового сусла до 26...29 % та концентрації спирту в бражці до 13...15 %, повернення фільтрату барди (до 50 %) на приготування замісу; застосування нових селекцій термотолерантних та осмофільних спиртових дріжджів, оцукрення вуглеводів сусла в бродильному апараті, безперервне бродіння зернового сусла, рекуперативне використання вторинних теплових потоків у брагоректифікаційних установках із ступеневим перепадом тиску в колонах та вакуумних БРУ, утилізацію спиртовмісних відходів ректифікації та максимальне вилучення з них етилового спирту, комплексну переробку сировини з виробництвом додаткової товарної продукції (пресованих хлібопекарських дріжджів, скрапленого CO<sub>2</sub>, бетаїна).

Розширена сировинна база за рахунок розроблення технології переробки зернового сорго та вологої кукурудзи.

Розроблені теоретичні основи використання теплових насосів в системі БРУ.

Науково-технічні (інтелектуальні) інвестиції науковців та виробників в спиртову галузь дозволили без залучення бюджетних коштів розробити та впровадити у виробництво технологію технічного та денатурованого спирту, спирту ректифікованого денатурованого для парфумерно-косметичної продукції, технічних рідин в потоці ректифікації, спирту-сирцю, високооктанові кисневмісної добавки та її сирцю, біоетанолу та біоетанолу-сирцю.

За результатами науково-дослідних робіт отримано більше 50 патентів України на винаходи, значна кількість з яких впроваджена у виробництво.

Зазначені технології забезпечені відповідною нормативно-технічною документацією, затвердженою у встановленому порядку, що створює умови їх подальшого широкого впровадження.

Спиртові заводи, які впровадили інноваційні технології, знизили питомі витрати енергоносіїв до 3,6 – 4,0 кг умовного палива на декалітр (що відповідає європейським нормам енергоспоживання) при середній по галузі – 5,8 кг/дал. В той же час спиртові заводи, які з різних причин не впроваджували інноваційні технології витрачають 10 і більше кг умовного палива на декалітр. Такі підприємства не мають перспективи в майбутньому.

Оскільки залежність України від імпорту органічного палива в останні роки постійно зростає, питання енергетичної безпеки набуває дедалі все більшого значення.

Згідно Закону України „Про альтернативні види рідкого та газового палива” № 1391-XIV визначено три види біопалива: біоетанол, біодизель та біогаз.

Починаючи з енергетичної кризи 1973 року постійно нарощуються потужності по виробництву біоетанолу. Вважається, що паливний етанол з поновлювальної рослинної сировини є найбільш перспективним альтернативним паливом. Згідно з директивою ЄС до 2010 року всі бензини, що споживаються в ЄС повинні мати не менше ніж 5,75 % біоетанолу. За оцінками Європейської біоетанольної асоціації у 2006р. в європейських країнах вироблено біля 1,66 млрд. декалітрів паливного етанолу, що на 71 % більше, ніж у 2005 році. Розпочато

будівництво заводів по виробництву біоетанолу великої потужності 15 та 30 млн. дал на рік.

Законом України „Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання виробництва бензинів моторних сумішевих” передбачено поступове нарощування потужностей по виробництву біоетанолу з обов'язковим додаванням його до моторних палив, починаючи з 2,0 %, у 2008 році до 5,0 % у 2010 році.

Виробництво біоетанолу – високооктанової кисневмісної добавки до бензинів розпочато в Україні з 1999 року.

При сьогоdnішньому технічному стані більшості спиртових заводів України в собівартості біоетанолу із зерна на сировину припадає 25...27 грн/дал, на енергоносії 6...8 грн/дал.

Широкомасштабне виробництво біоетанолу в Україні можливе тільки за умови його конкурентоспроможності порівняно з іншими паливними оксигенатами та бензином.

Річна потужність спиртових заводів України близько 70 млн. дал при потребі 28-30 млн. дал. Тому вільні потужності можуть бути задіяні для виробництва біоетанолу-сирцю.

На виконання Указу Президента України „Про заходи щодо розвитку виробництва палива з біологічної сировини” № 1094 від 26.04.2003р. були розроблені енерго- та ресурсозберігаючі технології виробництва біоетанолу, які дозволяють на 30...40 % зменшити питомі енерговитрати.

Були розроблені інноваційні енергозберігаючі технології та відповідне обладнання для дегідратації спирту молекулярною адсорбцією, а також технологія виробництва високооктанової кисневмісної добавки-сирцю та біоетанолу-сирцю, які забезпечені відповідною нормативно-технічною документацією.

При будівництві великих підприємств потужністю 15 та 30 млн декалітрів на рік необхідні великі інвестиції та гостро постає питання екологічної безпеки виробництва, пов'язане з великою кількістю післяспиртової барди, утилізація якої є енерговитратною і потребує значних капіталовкладень і експлуатаційних витрат.

Крім того, добова потреба в сировині для таких заводів складає 1250-2500 тон, що потребує підвищених витрат на її транспортування з віддалених від заводу регіонів. Неритмічність в поставці сировини, викликана різними причинами, може призвести до повної зупинки виробництва та додатковим невиробничим витратам. В той же час завантаження вільних потужностей спиртових заводів на виробництво біоетанолу-сирцю з подальшою переробкою в біоетанол на великих заводах паралельно із зерновою сировиною дозволить значною мірою вирішити сировинну та екологічну проблему великих заводів по виробництву біоетанолу, а завантаження вільних потужностей спиртових заводів на виробництво біоетанолу-сирцю дозволить зберегти робочі місця, зняти соціальне напруження в місцях розташування цих заводів, забезпечити надходження податків до місцевих бюджетів та раціонально використати після спиртову барду на відгодівлю худоби.

Ефективною з точки зору енергозбереження та охорони довкілля є біологічна очистка післяспиртової барди метаноутворюючими бактеріями з отриманням біогазу. В залежності від вмісту метану енергоємність біогазу становить 23-25 МДж/м<sup>3</sup>, тобто 70 % від енергоємності природного газу.

Біологічна очистка післяспиртової барди дозволяє додатково отримати від 1800 до 3000 м<sup>3</sup> біогазу на 1000 декалітрів спирту, що еквівалентно 40 % потребам природного газу спиртового заводу, зменшити забруднення стічних вод на 70-90%, отримати високоякісне органічне добриво та створити автономне виробництво біоетанолу з замкнутим циклом енерго- та водоспоживання.

Пілотна установка по виробництву біогазу змонтована на Лужанському експериментальному спиртзаводі.

Незважаючи на впровадження сучасних інноваційних технологій виробництво біоетанолу з зернової сировини потребує державної підтримки у вигляді податкових пільг, щоб здешевіти його порівняно із бензином.

Перспективною сировиною для виробництва біоетанолу може бути традиційна для України культура – цукровий буряк, а також напівпродукти цукрового виробництва.

Із збільшенням виробництва біоетанолу збільшується попит на фуражне зерно для його виробництва, зменшуються засівні площі під продовольче зерно, що створює його дефіцит і загалом підвищує вартість зернових. В той же час цукровий буряк є традиційною культурою для агропромислового комплексу України.

Згідно розрахунків енергетична ефективність виробництва (відношення отриманої енергії до витраченої) спирту з цукрового буряку з урахуванням його вирощування складає 173 %.

Порівняння різних сільськогосподарських культур по збору з одного гектару сільгоспугідь в перерахунку на кількість в них вуглеводів свідчить на користь цукрового буряку (таблиця).

**Таблиця. Ефективність виробництва етанолу з різних видів сировини**

Культура	Врожай, ц/га	Вихід спирту з 1 т сировини, дал	Вихід спирту, дал/га
Картопля	200	12	220
Пшениця	45	40	180
Жито/ячмінь	36	34	120
Цукровий буряк	450	10	450

В УкрНДІспиртбіопрод та НУХТ розроблена енергозберігаюча технологія та обладнання для виробництва біоетанолу безпосередньо з цукрового буряку. Виробництво біопалива з цукрового буряку не потребує солоду або ферментних препаратів, частина яких в собівартості досягає 5 %.

Біоетанол з цукрового буряку має високий вміст органічних сполук, які підвищують октанове число та запобігають розшаруванню бензоспиртових сумішей. Виробництво біоетанолу з цукрового буряку потребує на 20-30 % менше енергоносіїв, ніж з зернової сировини.

Організація виробництва біоетанолу із цукрового буряку безпосередньо на спиртовому заводі вимагає додаткових територій для приймання та зберігання

коренеплодів, очисних споруд, вантажно-розвантажувальних машин і механізмів, пристроїв для різки коренеплодів і потребує значних інвестицій.

Добудова існуючого цукрового заводу бродильним відділенням та ділянкою брагоперегонки вимагає менших витрат.

За станом на липень 2007 року на території України знаходяться близько 140 цукрових заводів, з яких ефективно працюють близько 100. Розташовані заводи майже в усіх областях України, за виключенням Донецької, Луганської, Херсонської, Миколаївської та Закарпатської областей. Кожний із цукрових заводів обладнаний при заводськими та виносними кагатними полями для зберігання цукрових буряків, мийними та бурякопереробними відділеннями, що дозволяє без перешкод отримувати дифузійний сік з буряків із вмістом сухих речовин 12...16% в залежності від дигестії коренеплодів. Виробнича потужність цих відділень в середньому дозволяє щодобово переробляти на одному заводі 3000 т коренеплодів та отримувати відповідно 3300...3600 м<sup>3</sup> дифузійного соку. Частину отриманого соку можна переробляти за існуючою технологічною схемою на цукор, а решту – для отримання біоетанолу. Враховуючи наявність на цукровому заводі ТЕЦ, жомосушильного відділення та станції очищення стічних вод, первинні інвестиції у виробництво біоетанолу за цим варіантом будуть меншими.

Для підвищення виходу біоетанолу до дифузійного соку можна додавати отримувану на заводі мелясу та деяку кількість першого відтоку утфелю першого продукту, а це зумовить до підвищення якості цукру-піску внаслідок вилучення частини нецукрів з технологічного процесу продуктового відділення цукрового заводу.

В цукровому виробництві існує схема очищення дифузійного соку з відділенням осаду не цукрів соку попередньої дефекації до стадії основної дефекації, застосування якої дозволяє зменшити витрати вапна на очищення (на 0, 5... 0, 7% СаО до кількості перероблених буряків) та підвищити якість готової продукції. Проте широкого практичного застосування така схема не набула внаслідок значних ускладнень при відділенні такого осаду від соку навіть в суміші з осадом соку I сатурації та при промиванні його від наявної в ньому

цукрози. В разі наявності при цукровому заводі відділення по виробництву біоетанолу виникає можливість використання саме суспензії осаду соку попередньої дефекації, кількість якої складає приблизно 20... 25% від кількості дифузійного соку, тобто для заводу продуктивністю в 3000 т буряків це становить 660... 820 м<sup>3</sup> за добу. Така суспензія густиною 1,16...1,18 кг/м<sup>3</sup> містить до 1,5% твердої фази у вигляді частинок CaCO<sub>3</sub>, осад коагульованих та осаджених нецукрів дифузійного соку (в основному білкові та пектинові речовини, солі кальцію малорозчинних органічних кислот) в кількості 0,5...0,7% від кількості суспензії, цукрози 10...12% і має рН близько 11,0, а її температура - близько 60°C. Дослідження, проведені в НУХТ, показали, що така система добре зброджується і може дати вихід спирту близько 5...6 % від кількості суспензії.

З точки зору цукрового виробництва відділення від соку попередньої дефекації основної кількості нецукрів та виведення їх з технологічного процесу отримання цукрози, дає можливість зменшити витрати вапна на очищення майже вдвічі і в стільки ж зменшити кількість води, що вводиться в сік з вапняним молоком (а для заводу в 3000 т буряків за добу це складає не менше 110т на добу, для випаровування якої необхідно затратити біля 20 МКал). Крім цього спрощується технологічна схема (можна відмовитися від одного з двох ступенів сатурації), значно зменшуються витрати фільтрувальної тканини (майже вдвічі) та підвищується якість готового цукру-піску. З огляду на це запропонований спосіб спільного виробництва цукру та біоетанолу здається досить перспективним для України.

Для зменшення залежності спиртової галузі від наукоємних технологій іноземних країн необхідно за державної підтримки розробити програму здешевлення біоетанолу, підвищення його конкурентної спроможності за рахунок оптимізації сировинної бази, комплексного використання сировини, зменшення енергоспоживання на всіх технологічних стадіях та створення енергоавтономного виробництва.

Для створення підприємства з виробництва біоетанолу з комплексним використанням сировини, збалансованим водоспоживанням та водовідведенням та автономним енергозабезпеченням необхідно:



1. Економічно та технологічно обґрунтувати вибір сировини для виробництва біоетанолу
2. Впровадити технологію підготовки сировини на основі комплексного використання її складових, зокрема:
  - виробництво бетаїну з меляси;
  - виділення зародку з кукурудзи;
  - виділення клейковини з пшениці та/або харчового білка
3. Здійснити селекцію високопродуктивних штамів дріжджів, що забезпечують збродження концентрованих розчинів цукро- та крохмалевмісної сировини
4. Підібрати ефективні антисептики та розробити методи антисептування виробничого обладнання та середовища
5. Впровадити технологію направлено збродження м'ясного суслу з рециркуляцією дріжджів та вакуумування середовища, що зброджується, з підвищеним вмістом вищих спиртів та естерів
6. Розробити технологію біоетанолу з цукрового буряка
7. Впровадити енергозбережну технологію перегонки бражки з підвищеним вмістом спирту, його концентрування та зневоднення
8. Розробити ефективну технологію утилізації післяспиртової барди (м'ясової та зернової) з виробництвом біогазу, кормового продукту, доочищення метанової бражки та її повторного використання у виробничому процесі
9. Впровадити технологію утилізації газів бродіння для заводів великої потужності
10. Застосувати енергозбережну технологію одержання біоетанолу із застосуванням вітчизняного обладнання та сорбентів.

Організація та налагодження виробництва біоетанолу покращить паливно-енергетичний баланс, зменшить залежність країни від імпорتنих енергоносіїв, оптимізує структуру енергоресурсів, що позитивно вплине на енергетичну безпеку держави.

