

УДК 663.551.5:[658.511.3+330.356.7]

DOI 10.15673/swonaft.v2i85.2244

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА СПИРТУ ЕТИЛОВОГО РІЗНОГО ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Бабич І.М., канд. техн. наук, доцент, Бойко П.М., канд. техн. наук, доцент,
Бондар М.В., канд. техн. наук, доцент
Національний університет харчових технологій

Copyright © 2021 by author and the journal «Scientific Works»

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Анотація. В статті проаналізовано причини, що призвели до майже катастрофічної ситуації, що склалася в спиртовій галузі країни. Наявна структура споживання етилового спирту на внутрішньому ринку, коли лівова частка спирту використовується для виробництва алкогольних напоїв, разом з фактичною монополізацією цінової політики призвели до того, що спиртові заводи можуть виробляти значно більші обсяги спирту, ніж потребує ринок, а експорт унеможливило висока вартість спирту.

При розгляді ефективності впровадження нових технологічних та технічних рішень практично ніколи не зверталася увага на їх вплив на вартість готової продукції.

Так, вітчизняні спиртові заводи здатні виробляти ректифікований спирт високої якості, але потреба в ньому як всередині країни, так і в світі обмежена. Основні обсяги реалізації спирту на світових ринках формуються за рахунок біоетанолу та технічного спирту (спирту для технічних потреб). При цьому ціни на них формуються з урахуванням конкуренції з продукцією аналогічного призначення, що пропонується виробниками інших галузей економіки. Виробники всіх видів етилового спирту практично не впливають на вартість сировини та енергоносіїв, отже вартість технічної переробки сировини в готову продукцію визначає її ціну на ринку та конкурентоспроможність.

Тому розвиток спиртової галузі можливий лише при зміні основних напрямків його використання з виробництва напоїв на технічні та транспортні потреби і врахуванні економічних результатів впровадження технологічних та технічних рішень.

Ключові слова: спирт етиловий, ректифікований спирт, технічний спирт, біоетанол (паливний етапол), напрямки використання спирту етилового, вартість готової продукції, економічний ефект впровадження технологічних та технічних рішень.

TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF VIROBILITY OF ETHYL ALCOHOL

Babich I.M., Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Boyko P.M., Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor,

Bondar M.V., Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor
National University of Food Technologies

Abstract. The article analyzes the reasons that led to the almost catastrophic situation in the alcohol industry of the country. The existing structure of consumption of ethyl alcohol in the domestic market, when the lion's share of alcohol is used to produce alcoholic beverages, together with the actual monopolization of pricing policies, have led to the fact that spirits can produce significantly more volumes of alcohol than the market needs, while exports make high alcohol prices impossible. When considering the effectiveness of the introduction of new technological and technical solutions, almost never paid attention to their impact on the cost of finished products. So, domestic alcoholic beverages are capable of producing high quality rectified alcohol, but the need for it both within the country and in the world is limited. The main volumes of alcohol sales on world markets are formed at the expense of bioethanol and technical alcohol (alcohol for technical needs). At the same time, prices for them are formed taking into account competition with products of the same purpose, offered by producers of other branches of the economy. Producers of all types of ethyl alcohol have almost no effect on the cost of raw materials and energy, so the cost of technical processing of raw materials into finished products deter-

mines its market price and competitiveness. Therefore, the development of the alcohol industry is possible only by changing the main directions of its use in the production of beverages for technical and transport needs and taking into account the economic results of the implementation of technological and technical solutions.

Key words: ethyl alcohol, rectified alcohol, technical alcohol, bioethanol (fuel ethanol), directions of use of ethyl alcohol, cost of finished products, economic effect of introduction of technological and technical solutions.

1. Постановка проблеми

Спиртова галузь України знаходиться в достатньо скрутному становищі. Діючі потужності спиртових заводів в декілька разів більші, ніж обсяги споживання етилового спирту в межах держави за наявної структури його використання. Підприємства, що переробляють зерно, налаштовані на випуск високоякісного ректифікованого спирту, попит на який і формує майже 90 відсотків потреби внутрішнього ринку. Тому більшість спиртових заводів або не працює протягом декількох років, або працює 2-4 тижні на рік. Така неритмічна робота зумовлює зростання вартості спирту та унеможливорює залучення в галузь інвестицій для оновлення виробничих потужностей. І приватизація нічого не змінить в цьому плані, якщо не буде змінена ситуація на ринку спирту стосовно напрямків його використання.

Етиловий спирт застосовується в багатьох галузях економіки та в побуті. Найбільша його кількість в світі використовується в якості добавки до моторних палив чи основного їх компонента. Крім того, значні обсяги спирту етилового використовуються для технічних потреб, виробництва алкогольних напоїв, в медицині тощо.

Загалом можна виділити три основні напрямки використання спирту етилового та, відповідно, три його типи як товарної продукції:

- спирт етиловий ректифікований; застосовується для виробництва алкогольних напоїв, оцту, в деяких галузях харчової промисловості, в медицині;
- спирт етиловий технічний; застосовується в різних галузях промисловості в якості розчинника, незамерзаючого компонента, сировини для подальшої переробки;
- біоетанол (паливний етанол); застосовується в якості компонента моторних палив чи основної частини.

Кожен із зазначених товарних продуктів має свої ринки реалізації, які відрізняються один від одного вимогами до якісних показників продукції, вартісними характеристиками, наявністю конкуруючих продуктів аналогічного призначення, вироблених спорідненими галузями інших країн чи іншими галузями промисловості, різним ступенем державного регулювання. В даний час відсутня проблема «виробити продукцію» (це стосується не тільки спирту етилового), а є проблема «реалізувати продукцію з прибутком». В кожній товарній позиції є декілька пропозицій від виробників, що дає змогу покупцю вибрати необхідний йому товар з урахуванням вимог до якості товару та наявних у покупця фінансових ресурсів.

З огляду на викладене, виробники спирту етилового як товарної продукції в своїх технологічних та технічних рішеннях повинні враховувати не тільки виробничий, а також і фінансовий, а відповідно і реалізаційний, результат їх впровадження. Сумарний ефект повинен забезпечити конкурентоспроможність готової продукції як на місцевих, так і міжнародних ринках, тим самим даючи змогу стабільно працювати та розглядати виробничі питання як у короткостроковій, так і тривалій перспективі.

Метою досліджень є особливості виробництва спирту етилового різного цільового призначення та технологічні рішення, доцільні до впровадження з огляду на специфіку реалізації готової продукції.

2. Спирт етиловий ректифікований

Як вже зазначалося, основним напрямком використання спирту етилового ректифікованого є виробництво алкогольних напоїв: міцних (горілка, віскі, джин, абсент, тощо), слабоалкогольних та у виноробстві. Ректифікований спирт також є сировиною для виробництва оцту спиртового натурального, використовується в кондитерській промисловості, парфумерії, в медицині як для виробництва ліків, так і в якості дезінфікуючого засобу.

Напрямки використання ректифікованого спирту формують основну вимогу споживачів до нього – якість спирту, а конкретніше – мінімальна кількість домішок, що негативно впливають на якість продукції, виробленої з використанням спирту етилового ректифікованого. При цьому, враховуючи те, що переважно така продукція безпосередньо споживається людиною в якості напоїв чи їжі, основною вимогою є безпечний для здоров'я людини рівень вмісту домішок в готовій продукції.

В першу чергу зусилля виробників ректифікованого спирту зосереджені на реалізації технологічних та технічних впроваджень, спрямованих на забезпечення мінімального вмісту небажаних домішок в товарній продукції. Так, згідно діючої як в Україні, так і в інших країнах світу нормативної документації,

вміст фурфуролу в ректифікованому спирті не допускається, вміст метилового спирту, альдегідів, компонентів сивушної олії виробники намагаються знизити до мінімально можливого.

Основні заходи по забезпеченню якості ректифікованого спирту реалізуються при його очищенні від домішок в брагоректифікаційному відділенні, але частина таких заходів застосовується на початку виробництва.

Основною сировиною для виробництва ректифікованого спирту найвищої якості (в Україні – сорту «Люкс» та «Пшенична сльоза») є зерно. Інші види сировини (меляса, відходи харчових виробництв) використовуються для виробництва ректифікованого спирту для потреб харчової промисловості, медицини тощо і не застосовуються при виробництві алкогольних напоїв. В Бразилії виробники алкогольних напоїв використовують спирт з цукрової тростини, але як товарний продукт на ринках такий спирт відсутній. Отже, доцільно розглянути пропозиції щодо удосконалення технології виробництва спирту етилового ректифікованого з зерна та їх вплив на показники якості товарної продукції та її вартості.

Специфіка законодавства України в галузі виробництва та обігу спирту етилового (в першу чергу ректифікованого) полягає у тому, що, по-перше, виробником спирту етилового ректифікованого може бути виключно державне підприємство (і фактично Мінагрополітики та продовольства є монополістом у такому виробництві) і, по-друге, імпорту ректифікованого спирту в Україну законодавчо не заборонений, але фактично неможливий. Тобто на українському ринку спирту ректифікованого відсутня конкуренція і є лише один продавець – Мінагрополітики та продовольства через ДП «Укрспирт». Це дає змогу ДП «Укрспирт» встановлювати єдину для його філій (МПД) та спиртових заводів концерну «Укрспирт» (знаходиться в стадії ліквідації) вартість ректифікованого спирту різних сортів.

Відсутність зовнішньої конкуренції дає змогу українським виробникам ректифікованого спирту впроваджувати інноваційні технології покращення якості готової продукції, не дуже переймаючись їх впливом на вартість ректифікованого спирту. Це дає змогу виконати вимоги виробників алкогольних напоїв щодо якості ректифікованого спирту, але несе в собі приховану загрозу щодо перспектив реалізації ректифікованого спирту на світових ринках – український ректифікований спирт на світових ринках (за винятком ринків СНД) є неконкурентоспроможним по вартості і не реалізується.

Виробництво спирту етилового ректифікованого з зерна має дві основні технологічні стадії:

- отримання дозрілої спиртової бражки;
- виділення спирту з бражки та очищення його від супутніх домішок з отриманням товарного продукту необхідної якості.

2.1. Вдосконалення технології отримання дозрілої спиртової бражки

Основним напрямком вдосконалення технології отримання дозрілої спиртової бражки є впровадження у виробництво осмофільних термотолерантних рас дріжджів із реалізацією комплексу технологічних рішень, що забезпечує можливість зброджування висококонцентрованих замісів та отримання спиртових бражок з підвищеним вмістом спирту при забезпеченні нормативних показників якості дозрілої бражки та виходу спирту.

Першим етапом в комплексі таких заходів (без урахування використання якісного зерна) є забезпечення однорідності помелу зерна. Нормативна характеристика помелу – прохід через сито з діаметром отворів 1 мм у відсотках. Була тенденція до забезпечення проходу 98...100 відсотків з мінімізацією розмірів окремих частинок помелу (0,5 мм, 0,3 мм, 0,25 мм). Але досвід виробників спирту інших країн та практика кращих вітчизняних підприємств вказали на вадливість не скільки загального відсотку проходу помелу через сито 1 мм (95 чи 100 %), скільки однорідності помелу – нехай частинки будуть розміром 0,9 мм, але таких частинок має бути 100 %. Тому і обладнання для розмелювання зерна (дробарки, дезінтергатори тощо) підбираються з урахуванням вимог щодо забезпечення однорідності помелу та питомого споживання електроенергії.

Наступна стадія – приготування замісу (помел+вода) та його воднотеплова обробка. Застосування у виробництві осмофільних рас дріжджів дає можливість підвищити концентрацію сухих речовин в замісі (замість гідромодуля 1:3,0...3,5 працювати з гідромодулем 1:2,0...2,5), а використання вторинних джерел тепла (дефлегматорної води та фільтрату барди) поряд з дозуванням всієї необхідної кількості альфа-амілази в апарат для приготування замісу забезпечує збільшення температури замісу та, відповідно, зменшує кількість гострої пари, необхідної для догрівання замісу до максимальної температури теплової обробки. В даний час ряд підприємств спиртової галузі працює з температурою в апараті для приготування замісу 75...78°C.

Максимальна температура теплової обробки для дії альфа-амілази визначається в першу чергу відповідно до вимоги пригнічення життєдіяльності сторонньої мікрофлори, що вноситься у виробництво з зерном та з інших джерел. Думка про те, що основною вимогою є ефективне розрідження крохмалю зерна, є не зовсім вірною. Діючі технологічні регламенти передбачають досягнення при розріджуванні тем-

пературі 93...95 °С, тоді як виробники ферментних препаратів пропонують альфа-амілази, що діють в діапазонах температур 53...55; 73...75 та 93...95 градусів Цельсія. Тобто гідроліз крохмалю до декстринів можна здійснювати і при нижчих, ніж 93...95 °С температурах. Максимально можливі температури як раз і обиралися з огляду на можливість якщо не стерилізації, то хоча б пастеризації замісу та розрідженої маси.

Біологія мікроорганізмів свідчить, що вони можуть перебувати у двох формах: вегетативній та споровій. Для пригнічення діяльності, а то і повної ліквідації вегетативної форми достатньо температури 75...80 °С, а спорові форми здатні витримувати короткочасний нагрів і до 160...170 °С.

Застосування при розріджуванні температури 93...95 °С є своєрідним страхуванням виробників і не пов'язано напряму з основною метою цієї стадії - гідролізом крохмалю до декстринів. Тому частина підприємств здійснювала спроби знизити температуру розріджування спочатку до 90...93 °С, а потім до 88...90 °С. Це дає змогу суттєво зменшити використання гострої пари при розріджуванні замісу, але не є гранично бажаним рівнем. Якщо вдасться забезпечити нормальну роботу відділень приготування спиртових бражок з максимальною температурою на рівні 75...77 °С, то тоді можна відмовитися від використання термостабільної альфа-амілази на користь інших, дешевших ферментних препаратів та досягати необхідної максимальної температури за рахунок вторинних джерел тепла (кінцева мета «Коли працює БРУ, відділення ТФО не повинно використовувати гостру пару»).

Запобігти активізації життєдіяльності сторонньої мікрофлори можна також за рахунок застосування антисептиків на стадії приготування замісу. Максимально допустима доза для антисептику розраховується з урахуванням її (кількості) впливу в першу чергу на дріжджі (розмноження, бродильна активність), а також на якість ректифікованого спирту (можливість попадання в готовий продукт та вплив на формування небажаних домішок). Зазвичай виробники ректифікованого спирту намагаються працювати з дозами антисептику 30...60 відсотків від максимально допустимої, побоюючись їх негативного впливу на дріжджі насамперед. Але в питанні застосування антисептиків повинна розглядатися і економіка. Наприклад, максимально допустима доза антисептику встановлюється по його впливу на дріжджі і не впливає на якість спирту (а по якості спирту може бути і більша). Спирт виробляється з застосуванням сухих дріжджів, які повинні періодично поновлюватися (спочатку бродильна активність сухих дріжджів зберігалася протягом 13-15 діб, зараз тривалість їх використання не перевищує 9 діб, а то і 5-7 діб). Тому необхідно робити спільний технологічно-економічний аналіз, що є більш доцільним: застосовувати збільшену дозу антисептика (без впливу на якість спирту) і частіше оновлювати дріжджі, але зменшити температуру розріджування, чи працювати з максимально можливим терміном роботи дріжджів і відповідними дозами антисептиків та температурою розріджування. Тут поряд з технологією важливою є і економіка процесу.

Використання фільтрату барди на стадії приготування замісу також лімітується його впливом на дріжджі та на якість кінцевої продукції.

В подальшому, особливо при розріджуванні при понижених температурах, оптимальним є завершення гідролізу («оцукрювання») в бродильному апараті за умов, що несприятливі для активізації життєдіяльності сторонньої мікрофлори (температура, наявність поживного середовища, присутність певної кількості етилового спирту). Приготування виробничих дріжджів здійснюється з урахуванням вмісту сухих речовин в замісі, що в першу чергу пов'язано з необхідністю використання додаткового живлення (в залежності від виду зерна) та необхідністю дотримання регламентних показників роботи дріжджового відділення.

Зброджування виробники ректифікованого спирту здійснюють періодичним способом. Це дає змогу, при необхідності, скоригувати процес зброджування для досягнення нормативних показників дозрілої бражки.

2.2 Виділення спирту з бражки та очищення його від супутніх домішок

Перероблення дозрілої спиртової бражки в ректифікований спирт необхідної якості здійснюється в брагоректифікаційному відділенні на відповідній установці (БРУ). Відповідно до особливостей роботи БРУ коригується також і робота відділень приготування дозрілої бражки.

Для ефективності (як технологічної, та і економічної) роботи відділень приготування дозрілої бражки підвищення вмісту сухих речовин в замісі, а відповідно і концентрації спирту в дозрілій бражці є найбільш ефективним заходом – «чим більше, тим краще».

Проте при перегонці бражки з підвищеною концентрацією спирту відповідно збільшується вміст спирту в бражному дистилаті. Для підприємств, які експлуатують епюраційну колону з застосуванням технології гідроселекції це означає необхідність використання більшої кількості води зі збільшенням навантаження колони по паровій частині. Тут також необхідно проводити економічний розрахунок і знаходити оптимальне для двох відділень рішення.

При більш-менш стабільній роботі виробники спирту додавали до БРУ колони кінцевого очищення, сивушну, розгінну, збільшували кількість контактних пристроїв в спиртовій колоні. В даний час при неритмічній роботі підприємств доцільність таких заходів викликає сумнів.

Варте уваги впровадження систем автоматичного керування роботою БРУ з використанням комп'ютерного забезпечення та виведенням показників роботи БРУ на центральний монітор (поряд з локальним). Це дає можливість оперативно реагувати на зміни в роботі обладнання (переважно без участі людини) та забезпечити декількарівневий контроль за роботою відділення брагоректифікації.

Підсумовуючи викладене, можна зробити наступні висновки. Для вітчизняних виробників ректифікованого спирту з урахуванням співвідношення напрямків його використання (переважно для виробництва алкогольних напоїв) та відсутності конкуренції на внутрішньому ринку спирту визначальним при впровадженні нових технологічних та технічних рішень є їх вплив на якість готової продукції, наявність необхідних коштів та ритмічність роботи конкретного підприємства. Потреба ринку в ректифікованому спирті в основному визначається потребою населення в алкогольних напоях, особливо міцних, і має тенденцію до зменшення. При цьому собівартість спирту не має вирішального значення, що призводить до фактичної неможливості виходу на світові ринки ректифікованого спирту.

3. Спирт етиловий технічний

Вимоги споживачів до спирту етилового технічного суттєво відрізняються від вимог виробників алкогольних напоїв та інших продуктів харчової промисловості. З урахуванням того, що за напрямками використання технічного спирту: розчинники, незамерзаючі компоненти тощо на ринку присутні пропозиції аналогічної продукції інших галузей (в першу чергу нафтохімічної), головну роль відіграє вартість спирту технічного та продукції з його використанням. В більшості випадків конкурентом технічного спирту є метанол, отриманий з різних джерел (переважно з природного газу та відходів нафтохімічної промисловості, але є і біометанол). Тому технічний спирт повинен бути конкурентоспроможним по вартості. В багатьох країнах, особливо ЄС, кінцеві споживачі готові сплачувати трохи більшу вартість за продукцію без метанолу (з огляду на екологію), але в розумних межах.

Сировиною для виробництва технічного спирту може бути некондиційне зерно, меляса та інші відходи харчових виробництв (ми не розглядаємо питання виробництва технічного спирту з нехарчової сировини).

До специфіки виробництва спирту технічного з зерна можна віднести наступне. Навіть якщо покупець висуває певні вимоги щодо наявності в технічному спирті домішок (наприклад, виробники незамерзаючих миючих рідин для автомобілів лімітують вміст альдегідів, естерів та сивушною олії), епюраційна колона БРУ працює без гідроселекції. Тому вміст сухих речовин в замісі (відповідно і вміст спирту в дозрілій бражці) лімітується виключно здатністю дріжджів зброджувати висококонцентровані заміси з дотриманням нормативних технологічних показників дозрілої бражки та виходу спирту з одиниці сировини. Також максимально допустима доза антисептику розраховується виключно його впливом на бродильну активність дріжджів (спільний технологічно-економічний розрахунок аналогічно наведеному для ректифікованого спирту).

Кількість фільтрату барди, яку можна використати на стадії приготування замісу, а також кратність використання лімітується виключно виробничими показниками дріжджів. При цьому знову необхідно робити комплексний розрахунок – збільшення кількості фільтрату барди та кратності його використання може призвести до частішого оновлення дріжджів, але скорочує використання води питної якості та гострої пари. І тут економіка повинна резюмувати – що вигідніше в грошовому виразі.

При виробництві технічного спирту доцільно впровадження безперервного зброджування з рециркуляцією біомаси. Це підвищує продуктивність бродильного відділення та, відповідно, зменшує собівартість технічного спирту.

В роботі БРУ також є певні особливості. Для виробництва ряду сортів технічного спирту (для яких відсутні обмеження щодо вмісту головних та кінцевих домішок) епюраційна колона взагалі не використовується. В такому випадку вартість технічного спирту (з урахуванням перегонки бражки з підвищеним вмістом спирту) є мінімальною. Крім того, досвід співпраці з європейськими споживачами свідчить, що навіть в одній країні можуть бути різні вимоги до вмісту етанолу в готовій продукції. Так, рецептури виробництва незамерзаючих миючих рідин для автомобілів двох австрійських виробників розраховані на вміст етанолу в технічному спирті на рівні 94 % об. та 95 % об. Зменшення вмісту етанолу в технічному спирті (за можливості) є також шляхом до його здешевлення.

Нормативною документацією передбачено також виробництво абсолютного (зневодненого) технічного спирту з концентрацією етанолу від 99,0 % об. до 99,99 % об.

Таким чином, виробництво технічного спирту, на відміну від ректифікованого, спрямоване на забезпечення потреб багатьох галузей промисловості для виробництва широкого спектру продукції різного

призначення і прямо не залежить від кількості населення. Тому виробники можуть розраховувати на тривалу стабільну роботу їх підприємств за умови забезпечення конкурентоспроможності як технічного спирту, так і продукції з його використанням. При розгляді доцільності впровадження нових технологічних та технічних рішень визначальним фактором є їх вплив на собівартість технічного спирту.

4. Біоетанол (паливний етанол)

Біоетанол (європейська назва) чи паливний етанол (fuel ethanol, США) є найбільшим за обсягом виробництва та споживання цільовим видом етилового спирту і ці обсяги зростають з року в рік.

Світове виробництво біоетанолу протягом останніх років характеризується наступними цифрами, млрд. літрів:

2014 – 93,05

2015 – 97,21

2016 – 100,62

2017 – 102,54

США (58%) та Бразилія (26%) разом забезпечують виробництво 84 % світового обсягу біоетанолу. Серед інших великих виробників: країни ЄС-5%, Китай-3%, Канада-2%, Таїланд- 2%, Аргентина-1%, Індія-1%, решта світу-2%. На жаль, Україна в цьому переліку відсутня...

В США, найбільшому виробнику біоетанолу, основною сировиною (понад 90 %) є кукурудза, в Бразилії – цукрова тростина. В інших країнах сировина аналогічна.

Ланцюжок переробки цукрової тростини в біоетанол простіше, ніж кукурудзи: тростина – виділення соку – зброджування соку – виділення етанолу з бражки – виробництво готової продукції (зміцнення та зневоднення етанолу).

При переробці кукурудзи основні технологічні та технічні вдосконалення аналогічні зазначеним з деякими особливостями. Процес отримання спиртових бражок здійснюється аналогічно до переробки зерна у ректифікований та технічний спирт. При цьому намагаються переробляти заміси максимально можливої концентрації. Виробники дріжджів публікують комерційні пропозиції для біоетанольних заводів із зазначенням концентрацій спирту в дозрілій бражці, яку можуть досягати і витримувати їх дріжджі на рівні 20-22 % об. Це дає змогу суттєво зменшити витрати пари на бражній колоні при виділенні спирту з бражки.

В бродильному відділенні використовується безперервний спосіб зброджування; досить часто в перший бродильний апарат подають стерильне повітря для швидкого накопичення необхідної біомаси дріжджів. Широко використовуються антисептики.

При переробці дозрілої бражки в біоетанол крім бражної колони використовується спиртова колона та установка для зневоднення. Остання може працювати на принципах азеотропної ректифікації (як правило, використовується циклогексан), з використанням молекулярних сит або мембран (первапорація). Основним критерієм вибору установки для абсолютування є фінансовий: вартість установки, її монтажу та експлуатації, питомі витрати пари та води – загалом, кінцева собівартість біоетанолу.

На ринку біоетанол є прямим конкурентом бензину і повинен мати приблизно однакову вартість (з урахуванням різної теплотворної здатності). Звичайно, держава певним чином, у тому числі через примус, впливає на використання біоетанолу, але лише на початкових стадіях. В подальшому основну роль відіграє економічний фактор.

3.1 Використання нових видів сировини у виробництві біоетанолу

Основною вимогою до якості біоетанолу є вміст води – 0,2 – 0,3 % об. Тому науковці, а потім і виробники біоетанолу звернули свою увагу на інші, крім зерна та тростини, види сировини, які можуть бути використані в промислових масштабах.

Першою в такому списку є сировина, що містить целюлозу: солома, трава, відходи деревообробної промисловості. Ідея переробки целюлози в спирт не є новою – у минулому столітті експлуатувалися заводи з переробки целюлозовмісної сировини в технічний спирт, але вони працювали з використанням технології екологічно небезпечного та економічно не вигідного кислотного гідролізу. Здешевлення целюлолітичних ферментних препаратів дало змогу організувати переробку целюлозовмісної сировини в біоетанол на новому технологічному рівні, що відповідає XXI сторіччю.

В США діють 4 підприємства з виробництва біоетанолу з целюлози загальною потужністю 314,2 млн. літрів на рік, ще 3 заводи (881,9 млн. літрів на рік) можуть переробляти зерно та целюлозовмісну сировину. До речі, в США застосовують для виробників біоетанолу з целюлози термін «біорафінерії другого покоління», підкреслюючи цим новий рівень технології виробництва біоетанолу (паливного етанолу). Технологія переробки целюлозовмісної сировини в біоетанол постійно вдосконалюється в напрямку її здешевлення та розширення сировинної бази. Наприклад, запатентована технологія переробки відходів деревообробної промисловості з паралельним виробництвом біорафінерією необхідної кількості

кості ферментних препаратів з тієї ж сировини. Такі технології є надзвичайно цікавими для наших заводів, особливо з урахуванням політики Уряду на забезпечення промислової переробки деревини вітчизняними підприємствами.

Наступна сировина, яка ще на переробляється в промислових масштабах, але обсяги якої практично необмежені – муніципальні відходи (стічні води). Науково обґрунтовано ряд симбіозів мікроорганізмів включно з дріжджами, здатних переробляти стічні води міст в етанол. Звичайно, це віддалена перспектива, але 15-20 років тому так казали про технологію промислової переробки целюлозовмісної сировини в біоетанол.

Висновок

Сировинна база України, наявність кваліфікованих кадрів та системи їх підготовки (університети, інститут післядипломної освіти) забезпечують можливість розвитку виробництва етилового спирту як для потреб внутрішнього ринку, так і для експорту. Успішний розвиток галузі можливий лише при зміні структури внутрішнього споживання спирту у відповідності до світових тенденцій – біоетанол, технічний спирт і вже потім ректифікований спирт, а також при врахуванні економічних факторів при впровадженні технологічних та технічних рішень. Світові ринки спирту мають певний рівень цін на різні види етилового спирту як товарної продукції і виробництво спирту в межах цих цін створює можливості для його експорту.

Технологія та економіка повинні бути нерозривні, тоді успіх у виробництві та реалізації спирту етилового буде забезпечений.

References

1. Abbott D.W., Boraston A.B. Structural biology of pectin degradation by Enterobacteriaceae. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2008, 72(2), 301–316.
2. Aubourg S.P., Gallardo J.M. Effect of brine freezing on the rancidity development during the frozen storage of small pelagic fish species. *Eur Food Res Technol* 2005, 220:107–112
3. Aubourg, S.P., Gallardo, J.M. Effect of brine freezing on the rancidity development during the frozen storage of small pelagic fish species. *European Food Research and Technology*, 2004, 220(2), 107–112. doi:10.1007/s00217-004-1024-0
4. Balev D., Ivanov G., Dragoev S., Nikolov H. Effect of vacuum-packaging on the changes of Russian sturgeon muscle lipids during frozen storage. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2011, 113(11), 1385–1394. doi:10.1002/ejlt.201000494
5. Baron C.P., Kjærsgård I.V.H., Jessen F., Jacobsen C. Protein and lipid oxidation during frozen storage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J Agric Food Chem*. 2007, 55:8118–8125.
6. Belton B., Little D.C., Zhang W., Edwards P., Skladany M., Thilsted S. H. Farming fish in the sea will not nourish the world. *Nature Communications*, 2020, 11(1). doi:10.1038/s41467-020-19679-9
7. Cai L., Cao A., Bai F., Li J. Effect of ϵ -polylysine in combination with alginate coating treatment on physicochemical and microbial characteristics of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) during refrigerated storage. *LWT Food Sci. Technol.* 2015, 62, 1053–1059
8. Carneiro-da-Cunha, M.G., Cerqueira, M.A., Souza B.W.S., Carvalho S., Quintas M.A.C., Teixeira J.A., Vicente A.A. Physical and thermal properties of a chitosan/alginate nanolayered PET film. *Carbohydrate Polymers*. 2010, 82 (1), 153–159.
9. Cazón P., Velázquez G., Ramírez J.A., Vázquez M. Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: a review, *Food Hydrocoll.* 2017, 68, 136–148.
10. Chapman D.C., Davis J.J.; Jenkins J.A., Kocovsky P.M., Miner J.G., Farver J.J., P. Ryan. "First evidence of grass carp recruitment in the Great Lakes Basin". *Journal of Great Lakes Research*. 2013, 39 (4): 547–554. doi:10.1016/j.jglr.2013.09.019. ISSN 0380-1330
11. Chi K., Catchmark J.M. Improved eco-friendly barrier materials based on crystalline nanocellulose/chitosan/carboxymethyl cellulose polyelectrolyte complexes, *Food Hydrocoll.* 2018, 80, 195–205, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.02.003>

Cite as

Бабич І.М., Бойко П.М., Бондар М.В. Технологічні та економічні аспекти виробництва спирту етилового різного цільового призначення // Наукові праці / Одеська національна академія харчових технологій. Одеса, 2021. Випуск 85, Том 2. С. 77 – 83.

Отримано в редакцію 12.06.2021
Прийнято до друку 20.06.2021

Received 12.06.2021
Approved 20.07.2021