

УДК 620.952:338.45.01“313”(100+477)

Климчук О.В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Вінницький національний аграрний університет

БІОЕТАНОЛЬНА ІНДУСТРІЯ: СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ УКРАЇНИ

В статті структуровано розглядаються сучасний стан та пріоритетні напрямки розвитку біоетанольної індустрії в світовому розрізі. Наводяться основні види сільськогосподарських культур, що використовуються на планеті в якості сировини для промислового виробництва біоетанолу. Здійснено аналіз динаміки щорічного світового виробництва та загальної кількості використання біоетанолу на протязі 2000-2012 рр., з врахуванням економії бензину. Представлено загальну характеристику якісних показників спирту етилового, з описанням його головних переваг і недоліків при використанні на паливні цілі. Враховуючи світовий досвід, показано реальний стан розвитку біоетанольної індустрії в Україні, запропоновано основні шляхи налагодження та перспективні напрямки промислового виробництва біоетанолу в нашій країні, із формуванням потужної сировинної бази.

Ключові слова: економіка, енергетика, виробництво, бензин, екологія, біосировина, біоетанол.

Табл. 2. Літ. 14.

Постановка проблеми. Внаслідок настання першої нафтової кризи в 1973 році на світовому ринку енергетичних ресурсів, розпочинаючи з 1975 року, постійно нарощуються промислові потужності з виробництва паливного етанолу. Тому загальноприйнятим вважається те, що біоетанол з поновлюваної рослинної сировини – це найбільш перспективне альтернативне джерело енергії. Сьогодні в усіх країнах світу нараховується приблизно 580 заводів з виробництва біоетанолу загальною продуктивністю біля 82 млн. т [4].

Використання палива на основі біоетанолу, який охопив значну частину світового ринку енергоносіїв, з кожним роком набуває все більшої актуальності, оскільки експерти прогнозують на найближчий час зростання обсягів його виробництва в усьому світі. На сучасному етапі найбільшими виробниками біоетанолу є США – 54% світового виробництва, Бразилія – 34%, ЄС – 5%, Китай – 3%, Канада – 2% та інші країни – 2% [6]. При цьому основною сировиною є цукрова тростина, кукурудза (в основному зубовидний,

кременистий і напівзубовидний підвиди), цукрові буряки та пшениця [9].

До того ж етанол можна застосовувати в якості відновлюваної сировини. Так, в Японії з нього отримують водень, використання якого як палива і джерела електричної енергії є екологічно та економічно доцільним [14].

Поступове підвищення рівня науково-технічного прогресу в нашій країні спонукає до пошуку альтернативних та відновлюваних джерел енергії, освоєння нових конкурентоспроможних видів продукції, в тому числі й паливного етанолу [8]. В результаті цього, зважаючи на перспективність розвитку сировинної бази для отримання біоетанолу, складаються всі передумови щодо поширення даного напрямку і в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання біоетанолу як добавки до традиційного палива забезпечує збереження природних ресурсів, поліпшує екологію, енергетичну та економічну незалежність держави. Дані питання змістовно розглядаються в наукових працях таких вчених: Я. Блюм [9], Г. Гелетука [9], Г. Забарний [11], Г. Калетнік [6, 7], С. Кудря [11], С. Олійнічук [13], С. Циганков [12], П. Шиян [13] та ін.

Однак, встановлення основних аспектів регулювання розвитку виробництва в Україні спирту етилового на паливні цілі з біологічно відновлюваної сировини має дискусійний характер.

Постановка завдання. Мета статті полягає в проведенні аналізу динаміки світового виробництва біоетанолу та оцінити здобутки України в даному напрямку біоенергетики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Переживши протягом минулого століття дві нафтові кризи, світова спільнота розпочала активні пошуки альтернативних видів палива, зокрема біологічних, на основі відновлюваної сировини. Після тривалих досліджень і впровадження біопалива у виробництво стало чітко зрозуміло, що воно не в змозі повністю замінити нафту, однак факт зменшення її використання є беззаперечним [10].

При планомірному використанні наявних біоресурсів біоетанол є важливим і, на сьогоднішній день, практично єдиним ефективним заміником нафти в глобальному масштабі. Під час його згорання в повітря виділяється приблизно в десять разів менше вуглекислого газу, ніж при згоранні бензину. Це пов'язано із простішою структурою та незначними розмірами молекул, що сприяє більш "чистому" згоранню біологічного палива. Крім того, в процесі розпаду знижується кількість перехідних сполук хімічного походження, що

можуть бути токсичними. Ще однією перевагою біоетанолу є те, що він не забруднює ґрунтові води в разі аварійного розлиття, швидко розкладаючись природним шляхом і не завдаючи шкоди довкіллю. Вивільнений при спалюванні біоетанолу вуглекислий газ має первинне атмосферне походження і його знову поглинають рослини, які в процесі переробки стануть сировиною для отримання паливного етанолу, що становить екологічно безпечний замкнений цикл. До того ж, чим вищим буде рівень продуктивності рослинної біомаси, тим більше засвоюється вуглекислого газу.

В Європі вважається, що біоетанол з поновлюваної рослинної сировини є найбільш перспективним альтернативним паливом. Тому згідно із директивою ЄС всі бензини, що споживаються на його території, до 2010 р. повинні були містити в своєму складі не менше, ніж 5,75% біоетанолу, розпочинаючи з 2010 по 2020 роки – 10%, а з 2020 року – не менше 20% [3, 1]. Апробована концентрація етанолу в бензині коливається від 10% (США) та 8% (Канада) до 5-6% (Франція, Польща) [7].

Тому стрімке нарощування потужностей у виробництві та збільшення споживання біоетанолу свідчить, що світовий ринок даного продукту має прогресивну динаміку та значні перспективи в майбутньому (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка світового виробництва біоетанолу, 2000-2012 рр.

Роки виробництва	Виробництво біоетанолу*		Економія бензину**		Щорічна динаміка виробництва, ±%**
	млн. т	млрд. л	млн. т	млрд. л	
2000 р.	23,23	29,41	13,70	18,23	–
2001 р.	24,74	31,32	14,60	19,42	6,5
2002 р.	26,92	34,07	15,88	21,12	8,8
2003 р.	30,82	39,01	18,18	24,19	14,5
2004 р.	32,16	40,71	18,97	25,24	4,4
2005 р.	34,99	44,29	20,64	27,46	8,8
2006 р.	40,54	51,32	23,92	31,82	15,9
2007 р.	39,21	49,63	23,13	30,77	-3,3
2008 р.	52,20	66,08	30,80	40,97	33,1
2009 р.	57,74	73,09	34,07	45,32	10,6
2010 р.	67,19	85,05	39,64	52,73	16,4
2011 р.	66,76	84,50	39,39	52,39	-0,6
2012 р.	67,31	85,20	39,71	52,82	0,8

* Джерело: [2], ** розрахунки автора

Дані таблиці 1 вказують на те, що промислове виробництво біоетанолу в

2012 р. у порівнянні із 2000 р. зросло майже в три рази. Спади у виробництві відносно до попереднього року спостерігались лише в 2007 та 2011 роках, відповідно обсяг виробництва зменшився на 3,3 і 0,6%.

Під час розрахунку економії бензину при використанні біоетанолу враховували наступні показники: густина бензину становить $0,75 \text{ г/см}^3$, а біоетанолу – $0,79 \text{ г/см}^3$; теплотворна спроможність бензину – $46,0 \text{ МДж/кг}$ або $34,5 \text{ МДж/л}$, а біоетанолу – відповідно $27,0 \text{ МДж/кг}$ або $21,3 \text{ МДж/л}$. Таким чином, відносно до бензину питома енергоємність 1 кг біоетанолу буде приблизно дорівнювати 59%, а 1 л – 62%. Як видно з представлених результатів, спостерігається стабілізація світового виробництва біоетанолу в межах 66,76-67,31 млн. тонн, що вказує на необхідність пошуку альтернативних сировинних ресурсів та будівництва нових біоетанольних заводів. І тут Україна повинна зайняти одне із провідних місць.

Аналіз сучасного ринку технологічного обладнання і технологій доводить, що з технічного боку немає істотних перешкод для промислового виробництва біоетанолу. Економічний ефект від його застосування буде підвищуватися завдяки правильному вибору технології вирощування та переробки біосировини, обґрунтованому розташуванню необхідного обладнання в місцях її накопичення, а також комплексному використанню отриманих в процесі переробки продуктів. До того ж, в цілому паливний баланс бензину набагато гірший за використання біоетанолу, оскільки для отримання першого потрібна значна кількість енергії на розвідування покладів нафти, її видобуток, будівництво транспортних артерій і засобів (трубопроводів, танкерів), переробку, доставку і т. д [5].

Проте, незважаючи на перспективність розвитку біоетанольної промисловості, період за 2008 та 2009 роки в США ознаменувався банкрутством 15 компаній-виробників паливного етанолу. При цьому основними першопричинами були технічні проблеми, пов'язані із помилками інжинірингу (5 компаній); перевищення ставок банківських кредитів над отриманими прибутками (5 компаній); прорахунки в управлінській діяльності (3 компанії) та вплив великого капіталу (2 компанії) [10].

Економічне процвітання України значною мірою залежить від вирішення завдання забезпечення енергоносіями. Розвиток біоетанольної галузі зумовлений не тільки високою залежністю держави від імпорту енергоресурсів, а й зважаючи на циклічний характер аграрного виробництва, необхідністю мати

резервні потужності для переробки надлишку виробленої продукції. Наша держава споживає набагато більше основних енергетичних ресурсів, ніж виробляє: нафти сирової – в 3,2 рази; природного газу – в 3,4; дизельного палива – в 1,3 та бензину моторного – в 1,5 рази. При цьому, слід зважати на постійне підвищення цін на традиційні енергетичні ресурси, що зумовлює потенційно високий попит на біоетанол, особливо у зв'язку з вимогами Кіотського протоколу та “дорожньої карти”, а також необхідністю використання надлишку виробничих потужностей цукрових і спиртових заводів.

Наразі виробництво біопалива в Україні знаходиться у початковому стані, а його використання складає менше 0,05% від загального обсягу споживання викопного пального. В нашій країні недостатньо наявних обсягів бюджетного фінансування для розробки та впровадження досягнень наукових досліджень світового рівня в багатьох галузях народного господарства і спиртової промисловості зокрема.

Виробництво біоетанолу – високооктанової кисневмісної добавки до бензинів – було розпочато в 1999 році. Тому основним завданням України при входженні до світової організації торгівлі є забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної промисловості, в тому числі й спиртової, яка є однією з найбільш енерго- та ресурсоемних. У відповідності до інноваційних засад розвитку в найближчій перспективі має бути орієнтація на збільшення частки товарів зі значним ступенем доданої вартості вітчизняних наукоємних високотехнологічних видів продукції.

За результатами статичних напрацювань підприємств спиртової промисловості та науковців УкрНДІспиртбіопроду, фізико-хімічні показники біоетанолу в нормовано до наведених в таблиці 2.

Таким чином, звичайний паливний етанол – це високооктановий спирт (октанове число становить 105) густиною 790 кг/м^3 , який виробляється шляхом ферментації цукро- або вуглеводовмісної сировини. Його можна застосовувати в сучасних двигунах внутрішнього згорання (без зміни їх конструкції) до 15% у суміші з бензином, збільшуючи тим самим октанове число останнього, або безпосередньо як паливо.

Добре розвинуте в нашій державі сільськогосподарське виробництво, особливо зернова галузь та буряківництво, є універсальною базою для виготовлення біоетанолу. Внаслідок цього розвиток виробництва біоетанолу повинен мати урядове регулювання, тому що надмірне захоплення даним

процесом може зумовити зміну структури посівних площ на користь “етанолових культур” і, як наслідок, – незбалансованість цін на різні види рослинницької продукції. Значне розширення посівних площ під вирощування енергетичних культур може здійснювати негативний вплив на глобальному ринку харчових продуктів, що призводитиме до підвищення цін на останні та дестабілізуватиме соціально-політичну ситуацію в країнах із нестабільними і несприятливими політичними режимами. До того ж, промислове виробництво біоетанолу потребує використання значних людських і матеріальних витрат.

Таблиця 2

Характеристика якісних показників біоетанолу*

№ п/п	Показник	Норма показника	
		марка А	марка Б
1.	Зовнішній вигляд та колір	Прозора рідина безбарвна або світло-жовтого забарвлення	
2.	Густина за температури $20\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, $\text{кг}/\text{м}^3$	від 787 до 792	
3.	Об’ємна частка води, %, не більше	0,2	
4.	Масова концентрація сухого залишку, $\text{мг}/\text{дм}^3$, не більше	100	
5.	Об’ємна частка спирту етилового (органічних кисневмісних сполук), %, не менше	97,8	98,3
6.	Об’ємна частка метанолу, %, не більше	1,0	
7.	Об’ємна частка циклогексану, %, не більше	0,5	–
8.	Масова частка кислот, у перерахунку на оцтову кислоту, %, не більше	0,007	
9.	Масова концентрація вищих спиртів $\text{C}_3\text{--C}_5$, $\text{г}/\text{дм}^3$, не більше	12,0	
10.	Об’ємна частка бензину (вуглеводнів), %	від 1,0 до 1,5	
11.	Масова частка сірки, $\text{мг}/\text{кг}$, не більше	10,0	
12.	Масова концентрація фосфору, $\text{мг}/\text{дм}^3$, не більше	0,5	
13.	Масова частка міді, $\text{мг}/\text{кг}$, не більше	0,1	
14.	Масова концентрація неорганічних хлоридів, $\text{мг}/\text{дм}^3$, не більше	20,0	

* Джерело: [5]

Водночас, неухильне збільшення чисельності населення на планеті та відповідне зростання обсягів глобального споживання традиційних джерел енергії, насамперед нафти, потребує тверезої оцінки щодо ролі та місця біоетанолу на світовому енергетичному ринку. Реальні показники виробництва

даного біологічного виду палива будуть значно відставати від загальної потреби країн світу в нафті, що змусить розглядати його не як вирішальний енергетичний чинник, проте досить важливий аргумент у загальному контексті диверсифікації джерел енергопостачання.

Отже, після тривалих досліджень стало зрозуміло, що на сучасному етапі розвитку біоетанол не в змозі повністю замінити бензин, однак значно зменшує його використання. У світі існують суперечності між основними гравцями на ринку моторного палива – нафтопереробними фірмами і виробниками біологічного пального. Тому питання поступової заміни нафти на біопаливо, як показав досвід Бразилії, США та країн ЄС, є цілком політичною проблемою, вирішення якої залежить від державної підтримки розвитку галузі, у тому числі фінансування, пільгового оподаткування та дотування виробництва біоетанолу.

Висновки. 1. При планомірному використанні наявних біоресурсів, біоетанол є важливим і, на сьогоднішній день, практично єдиним ефективним замінником нафти в глобальному масштабі.

2. Нарощування виробництва біоетанолу за рахунок використання сировини продукції рослинництва, має здійснюватись без порушення балансу продовольчих потреб суспільства та загрози продовольчої безпеки держави.

Список використаних джерел

1. Інтернет ресурс: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/March2010/19.htm>
2. Інтернет ресурс: <http://www.ethanolrfa.org/news/entry/global-ethanol-production-to-reach-85.2-billion-litres-in-2012/>
3. Інтернет ресурс: <http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/oecdbiofuels.pdf>
4. Інтернет ресурс: www.worldbioplats.com,
5. Інтернет ресурс: <http://agrokraina.com.ua/agronomy/80-virobnictvu-bioetanolu-vidkrito-dorogu-u-majbutnye.html>
6. Калетнік Г.М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України: Навч. посіб. / Г.М. Калетнік, В.М. Пришляк. – К: “Хай-Тек Прес”, 2010. – 312 с.
7. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні: Монографія. / Г.М. Калетнік. – К: “Аграрна наука”, 2008. – 464 с.
8. Коденська М. Доцільність виробництва етанолу з вихідної продукції цукробурякової галузі / М. Коденська // Збірник наукових праць Вінницького НАУ. – Вип. 42. Т. 2. – 2010. – С. 50-55.

9. Новітні технології біоенергоконверсії: Монографія. / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука, І.П. Григорюк та ін. –К.: “Аграр Медіа Груп”, 2010. – 326 с.
10. Пущик Є. Чому в Україні відсутнє виробництво біоетанолу?
<http://zgroup.com.ua/article.php?articleid=4409>
11. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / Г.М. Забарний, С.О. Кудря, Г.Г. Кондратюк, Г.О. Четверик. – К.: 2006. – 226 с.
12. Цыганков С.П. Биоэтанол / С.П. Цыганков. К.: “Интерсервис”, 2010. – 160 с.
13. Шиян П.Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: Монографія / П.Л. Шиян, В.В. Сосницький, С.Т. Олійничук. – К.: Видавничий дім “Асканія”, 2009. – 424 с.
14. Cavallaro S. Hydrogen production by auto-thermal reforming of ethanol on Rh/Al 203 catalyst / S. Cavallaro, V. Chiodo, A. Vita // Journal of power sources. – 2003. – №123. – P. 10-16.

Список джерел в транслітерації / References

1. Internet resurs: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/March2010/19.htm>
2. Internet resurs: <http://www.ethanolrfa.org/news/entry/global-ethanol-production-to-reach-85.2-billion-litres-in-2012/>
3. Internet resurs: <http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/oecdbiofuels.pdf>
4. Internet resurs: www.worldbioplats.com,
5. Internet resurs: <http://agrokraina.com.ua/agronomy/80-virobnictvu-bioetanolu-vidkrito-dorogu-u-majbutnye.html>
6. Kaletnik H.M. Biopalyvo: efektyvnist yoho vyrobnytstva ta spozhyvannia v APK Ukrainy: Navch. posib. / H.M. Kaletnik, V.M. Pryshliak. – К: “Khay-Tek Pres”, 2010. – 312 s.
7. Kaletnik H.M. Rozvytok rynku biopalyv v Ukraini: Monohrafiia. / H.M. Kaletnik. – К: “Ahrarna nauka”, 2008. – 464 s.
8. Kodenska M. Dotsilnist vyrobnytstva etanolu z vykhidnoi produktsii tsukroburiakovoї haluzi / M. Kodenska // Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU. – Vyp. 42. T. 2. – 2010. – S. 50-55.
9. Novitni tekhnolohii bioenerhokonversii: Monohrafiia. / Ya.B. Blium, H.H. Heletukha, I.P. Hryhoriuk ta in. –К.: “Ahrar Media Hrup”, 2010. – 326 s.
10. Pushchuk Ye. Chomu v Ukraini vidsutnie vyrobnytstvo bioetanolu?
<http://zgroup.com.ua/article.php?articleid=4409>

11. Termodinamiczna efektyvnist ta resursy rikdoho biopalyva Ukrainy / H.M. Zabarnyi, S.O. Kudria, H.H. Kondratiuk, H.O. Chetveryk. – K.: 2006. – 226 s.
12. Tsyhankov S.P. Bioetanol / S.P. Tsyhankov. K.: “Interservis”, 2010. – 160s.
13. Shyian P.L. Innovatsiini tekhnolohii spyrtovoi promyslovosti. Teoriia i praktyka: Monohrafiia / P.L. Shyian, V.V. Sosnytskyi, S.T. Oliinichuk. – K.: Vydavnychiy dim “Askaniia”, 2009. – 424 s.
14. Cavallaro S. Hydrogen production by auto-thermal reforming of ethanol on Rh/Al 203 catalyst / S. Cavallaro, V. Chiodo, A. Vita // Journal of power sources. – 2003. – #123. – R. 10-16.

АННОТАЦИЯ

БИОЭТАНОЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ: МИРОВОЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ УКРАИНЫ

Климчук А.В., к.с.-х.н., доцент,
кафедра менеджмента альтернативных источников энергии
Винницкий национальный аграрный университет

В статье структурировано рассматриваются современное состояние и приоритетные направления развития биоэтанольной индустрии в мировом разрезе. Наводятся основные виды сельскохозяйственных культур, которые используются на планете в качестве сырья для промышленного производства биоэтанола. Осуществлен анализ динамики ежегодного мирового производства и общего количества использования биоэтанола в течение 2000-2012 гг., с учетом экономии бензина. Представлена общая характеристика качественных показателей спирта этилового, с описанием его главных преимуществ и недостатков при использовании на топливные цели. Учитывая мировой опыт, показано реальное состояние развития биоэтанольной индустрии в Украине, предложены основные пути налаживания и перспективные направления промышленного производства биоэтанола в нашей стране, с формированием мощной сырьевой базы.

Ключевые слова: экономика, энергетика, производство, бензин, экология, биосырье, биоэтанол.

ANNOTATION

BIOETHANOL INDUSTRY: INTERNATIONAL EXPERIENCE AND PROSPECTS OF UKRAINE'S

**Klymchuk O.V., PhD, Associate Professor
Department of Management of alternative energy sources
Vinnytsia National Agrarian University**

In the article by the structure discusses the current state and development priorities Bioethanol industry in the global context. The basic types of agricultural cultures which are used on a planet as a raw material for the industrial production of bioethanol are pointed. The analysis of dynamics of annual world production and general amount of the use of bioethanol is carried out during 2000-2012 years, taking into account the economy of petrol. Presented an overview of quality indicators of alcohol, with description of its main advantages and disadvantages of the use of fuel purposes. Given the international experience shows the current state of Bioethanol industry in Ukraine, offered basic ways of setting up and future trends of industrial bioethanol production in our country, with the formation of a strong resource base.

Keywords: economy, energy, production, petrol, ecology, raw biomaterial, bioethanol.