

**Наталія Мельник**

*Житомирський національний агроекологічний університет, Україна*

## **ОГЛЯД СВІТОВОГО РИНКУ ВИРОБНИЦТВА ТА СПОЖИВАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИДІВ ПАЛИВА**

**Nataliia Melnyk**

*Zhytomyr National Agroecological University, Ukraine*

## **THE OVERVIEW OF THE WORLD MARKET FOR BIOENERGETIC FUELS PRODUCTION AND CONSUMPTION**

The world market for bioenergy fuels development trends, especially bioethanol and biodiesel, has been studied in the article. The main components of biofuels market in world countries formation and development have been determined. Markets of the largest biofuel producing countries which successfully provide their consumers with liquid biofuels both as in the form of traditional fuel impurity and in pure form have been analyzed. The essence of biodiesel with the help of European small-scale and large-scale technology production and use has been discovered. It has been found that biofuels are used intensively in the world as a mixture of low or high levels both for "flex-fuel" type cars and without modifications. With the help of state support and cooperation with oil producers and car companies the world trend of biofuel production and use is increasing year by year. It has been grounded that an important place in climate change issue and environmental ecosystem violations is irrational and excessive use of primary energy sources.

**Key words:** production, consumption, world market, biofuels, biodiesel, bioethanol, biomass.

**Постановка проблеми.** В умовах сьогодення перед людством стоять такі важливі питання як: раціональне використання запасів палива, зменшення викидів та впливу парникових газів на навколишнє середовище. Вчені розрахували, що обмеження змін клімату і утримання його на безпечному рівні, за якого можна уникнути небезпеки для існування екосистем, у XXI столітті слід використовувати лише чверть обсягу викопного палива, яке нині вважається економічно вигідним для споживання<sup>1</sup>.

При інтенсивному використанні первинних джерел енергії в атмосфері відбувається накопичення парникових газів, таких як: CO<sub>2</sub> – вуглекислий газ, CH<sub>4</sub> – метан, N<sub>2</sub>O – закис азоту, HFC – гідрофторовуглеці, PFC – перфторовуглеці, SF<sub>6</sub> – гексафторид сірки<sup>2</sup>. Концентрація парникових газів в атмосфері послаблює як кліматичну систему так і екосистему в цілому, що призводить до виникнення глобальних проблем та катаклізмів. Тому виникає необхідність залучати нетрадиційні джерела енергії, які створені на основі біоенергетичної сировини і тим самим сприяти розвитку біоенергетики.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Питанням розвитку біоенергетики та біоенергетичних видів палива приділено значку увагу у працях таких вчених як Г. Калетник, Г. Гелетука, Т. Железна, С. Коляденко, Г. Голуб, С. Кухарець та ін. Зокрема, Г. Калетник вважає, що для виробництва палива розглядаються всі види енергії, але з екологічних причин особливо цікаві відновлювані її форми<sup>3</sup>. Г. Гелетука, Т. Железна стверджують, що ефективність залучення біомаси в енергетичний баланс певної країни багато в чому залежить

<sup>1</sup> Калетник, Г.М. (2009). Вплив біоенергетики на екологічний стан навколишнього середовища України. *Вісник аграрної науки : науково – теоретичний журнал Української академії аграрних наук*, 10, 53-57.

<sup>2</sup> Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату 1997. (Організація об'єднаних націй). Офіційний сайт Верховної Ради України. <[https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_801](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801)>. (2018, червень, 22).

<sup>3</sup> Калетник, Г.М. (2008). Розвиток світового ринку біопалива. *Економіка та держава*, 11, 52-54.

від розвиненості місцевого ринку біопалив<sup>1</sup>. С. Коляденко, вважає, що біопаливо займає особливе місце в структурі відновлювальних джерел енергії, воно розглядається в світі як важливий ресурс для диверсифікації джерел енергії та забезпечення енергетичної безпеки, розвитку сільського господарства, сільських територій тощо<sup>2</sup>. Г. Голуб, С. Кухарець відмічають, що сільськогосподарська діяльність повинна розвивати ефективні методи раціонального землекористування та «безвідходних технологій» для задоволення як продовольчих, так і енергетичних потреб. Одним із напрямів підвищення енергетичної ефективності в сільськогосподарському виробництві є зниження частки невідновлювальних джерел енергії за рахунок використання поновлюваних джерел енергії<sup>3</sup>.

Зарубіжні вчені в своїх працях досліджують різні інноваційні підходи до виробництва біопалива та його використання. С. Дарда, Т. Папалас, здійснили огляд біопалива чотирьох поколінь, з метою висвітлення переваг, недоліків, негативних зовнішніх чинників та обмежень для їх ефективної комерціалізації<sup>4</sup>. Енергетичну цінність та економічну ефективність твердого біопалива, виробленого з вторинної сировини та тирси дослідили Чекала В., Бартніковська С. та ін<sup>5</sup>. Моіолі Е., Салваті Ф., Чіеза М. оцінили стійкість виробництва біоенергії в контексті зв'язку через новий індекс ефективності та виробництва біопалива першого покоління в перспективі споживання природних ресурсів<sup>6</sup>.

Огляд різних технологій, доступних в даний час для виробництва біопалива за допомогою термохімічного способу виробництва, з використанням цукрового баштану та жому цукрових буряків як сировини, з особливим інтересом до використання газифікації вихідної сировини та подальшого перетворення синтетичного газу в паливо здійснили Нікодем Т., Бершем Т. та ін.<sup>7</sup>

**Мета дослідження.** Метою даного дослідження є аналіз розвитку та функціонування ринку біоенергетичних видів палива у Світі.

**Виклад основного матеріалу.** Розвиток біоенергетики та використання біомасових технологій можуть допомогти зменшити навантаження на екосистему в наслідок використання мінерального палива. Оскільки, біомаса має відносно низький рівень обсягу викидів вуглецю (за паливний цикл), то зміна біопаливами та біопродуктами палив і продуктів, вироблених з нафти, може призвести до значного зниження обсягів викидів парникових газів<sup>8</sup>.

За розрахунками експертів альтернативні види палива відіграватимуть важливу роль у світовій енергетичній структурі і зможуть забезпечити понад 50% світової потреби в енергії до 2050 р., а за прогнозом Світової енергетичної ради – до 80–90 % на кінець поточного століття. На разі здебільшого розвинені країни світу беруть за пріоритетність розвиток галузі біоенергетики, а особливо виробництво біологічних видів палива, які дають можливість зберегти природні ресурси і поліпшити екологічний стан навколишнього середовища. Перевагою виробництва біопалива є те, що при використанні біоетанолу і біодизеля локальний вплив на навколишнє середовище, включає зменшення викидів пилу і майже нульові викиди сірки, аніж при використанні стандартного бензину або дизелю.

<sup>1</sup> Гелетуца, Г.Г., Железна, Т.А., Баштовий, А.І. (2017). Огляд кращих практик організації роботи ринку біопалива у країнах ЄС. *Промышленная теплотехника*, 5, 108-112.

<sup>2</sup> Коляденко, С.В., Коляденко, Д.Л. (2013). Проблеми та перспективи розвитку ринку біопалива в Україні та Світі. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*, 19, 195-198.

<sup>3</sup> Голуб, Г.А., Кухарець, С.М. (2015). Особливості виробництва біопалива та отримання енергії в умовах агропромислового виробництва. *Техніка і технологія АПК*, 2 (65), 31-34.

<sup>4</sup> Darda, S., Papalass, T., Zabaniotou, A. (2019). Biofuels journey in Europe: Currently the way to low carbon economy sustainability is still a challenge. *Journal of Cleaner Production*, vol. 208, 575-588. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.147>.

<sup>5</sup> Czekala, W., Bartnikowska, S., Dach, J., Janczak, D., Smurzyńska, A., Kozłowski, K., Bugała, A., Lewicki, A., Cieślak, M., Tupańska, D., Mazurkiewicz, J. (2018). The energy value and economic efficiency of solid biofuels produced from digestate and sawdust. *Energy*, vol. 159, 1118-1122. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.090>.

<sup>6</sup> Moiola, E., Salvati, F., Chiesa, M., Siecha, R.T., Manenti, F., Laio, F., Rulli, M.C. (2018). Analysis of the current world biofuel production under a water–food–energy nexus perspective. *Advances in Water Resources*, vol. 121, 22-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2018.07.007>

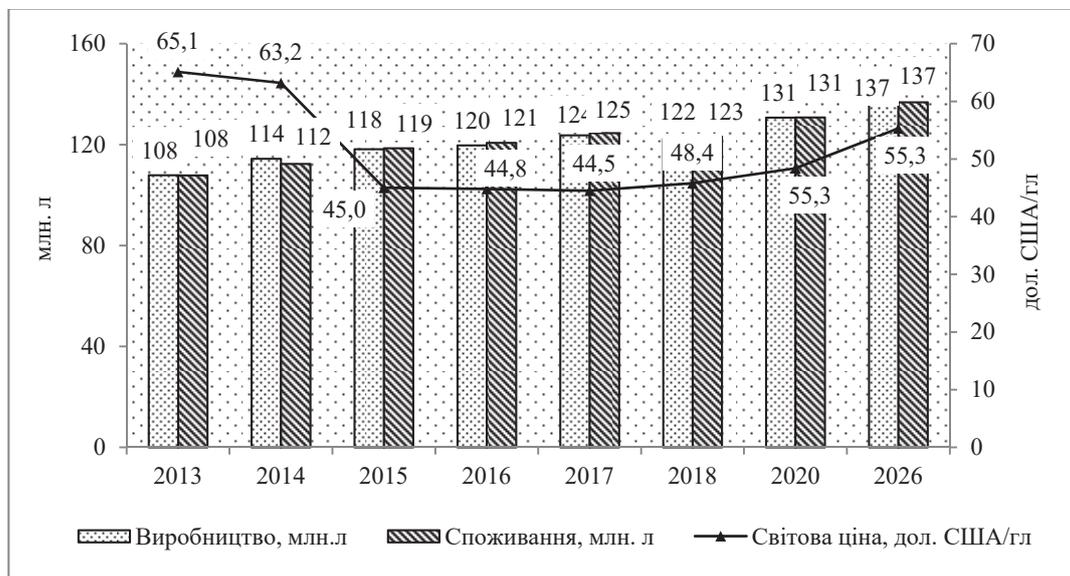
<sup>7</sup> Nicodème, T., Berchem, T., Jacquet, N., Richel, A. (2018). Thermochemical conversion of sugar industry by-products to biofuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 88, 151-159. doi: <http://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.037>.

<sup>8</sup> World Energy Outlook 2008. (2008). *International Energy Agency*. < <https://www.iea.org/media/weowebiste/2008-1994/WEO2008.pdf>>. (2017, September, 10).

Виробництво біопалива засновано на використанні енергетичної сільськогосподарської сировини або біомаси. Вироблене паливо з даної сировини таке як біоетанол і біодизель може використовуватися в двигунах внутрішнього згорання як без модифікацій так і із незначними.

Сприятливі кліматичні умови, наукові розробки і технологічна оснащеність більшості країн світу роблять їх перспективно придатними у виробництві біопального як першого так і другого покоління. Тому, розвиток і формування ринку біопалива на основі біоенергетичної сировини відбувається в багатьох країнах світу, але найпровіднішими країнами в цій галузі є США, Бразилія, країни-члени ЄС та ін.

Світове виробництво біоетанолу в 2018 р. становило 122 млн л, в 2013 р. – 108 млн л, а в 2015 р. – 118 млн л. за досліджуваний період виросло на 13 %. За дослідженнями Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) виробництво біоетанолу до 2026 р. зросте до 137 млн л. Споживання виробленого етанолу у світі в 2018 р. становить 123 млн т, в 2013 р. становило 108 млн л, а до 2026 р. зросте до 137 млн л. Світова ціна на етанол в 2018 р. складає 48,4 дол. США/гл., що по відношенню до 2013 р. зменшилася на 25,6 %. (рис. 1). Слід відмітити, що виробництво біоетанолу з кожним роком зростає за рахунок попиту на даний вид біопалива та за рахунок державної підтримки розвитку біоенергетичної галузі.



**Рис. 1. Фактичні та прогностні показники виробництва, споживання та рівня світових цін на біоетанол**

*Джерело: складено за даними ОЕСД<sup>1</sup>.*

На разі у світі біоетанол є найважливішим видом біопалива, який можна використовувати як паливо в чистому вигляді або як додаток до палива. Головними виробниками даного виду палива є США та Бразилія, які в загальній структурі виробництва займають понад 80 % і в 2018 р. США виробило більше 60,8 млн л біоетанолу, а Бразилія 28,7 млн л. (табл. 1).

Провідне місце у світовому виробництві та споживанні біоетанолу займає США. Виробництво біоетанолу у США в 2018 р. становить 61,0 млн л., що по відношенню до 2013 р. зросло на 17,7 %. Споживання біоетанолу у США в 2018 р. становить 57,8 млн л, а за прогностними показниками до 2026 р. становитиме 61,6 млн л. (рис. 2). За даними Асоціації відновлювальних палив (Renewable Fuels Association) виробництво біоетанолу здійснюється в 28 штатах. Найбільша частка виробництва біоетанолу припадає на такі штати як: Айова – 16,3 млн л/рік, Небраска – 8,3 млн л/рік, Іллінойс – 6,8 млн л/рік, Мінесота – 4,9 млн л/рік, Індіана – 4,5 млн л/рік та Південна Дакота – 4,2 млн л/рік<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> OECD Statistics. (2018). Homepage. <<http://www.stats.oecd.org>>. (2018, December, 07).

<sup>2</sup> Ethanol strong. (2018). 2018 Ethanol Industry Outlook. Renewable Fuels Association. <<https://www.ethanolresponse.com/wp-content/uploads/2018/02/2018-RFA-Ethanol-Industry-Outlook.pdf>>. (2018, August, 15).

Таблиця 1

## Динаміка виробництва та споживання біоетанолу в світі, млн л.

Назва країни	Роки							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020	2026
<b>Індія</b>								
виробництво	2,0	2,2	2,2	2,5	2,0	2,2	2,3	2,8
споживання	1,8	2,1	2,2	2,6	2,4	2,7	2,8	3,4
<b>Китай</b>								
виробництво	9,1	9,8	9,7	10,0	10,0	10,2	11,2	11,8
споживання	9,0	9,7	10,0	9,9	10,0	10,1	11,4	11,9
<b>ЄС-28</b>								
виробництво	6,8	7,0	7,1	7,2	7,3	7,5	7,2	7,3
споживання	7,8	8,4	8,3	8,3	8,0	8,1	8,0	8,1
<b>Бразилія</b>								
виробництво	27,7	28,6	30,4	27,2	27,1	28,7	32,7	36,3
споживання	24,3	26,5	29,3	27,4	26,4	28,0	30,8	34,4
<b>США</b>								
виробництво	51,8	55,6	57,5	59,2	61,0	60,8	61,0	61,6
споживання	52,0	52,6	54,5	56,0	58,5	57,8	60,1	60,0

Джерело: складено за даними OECD<sup>1</sup>.

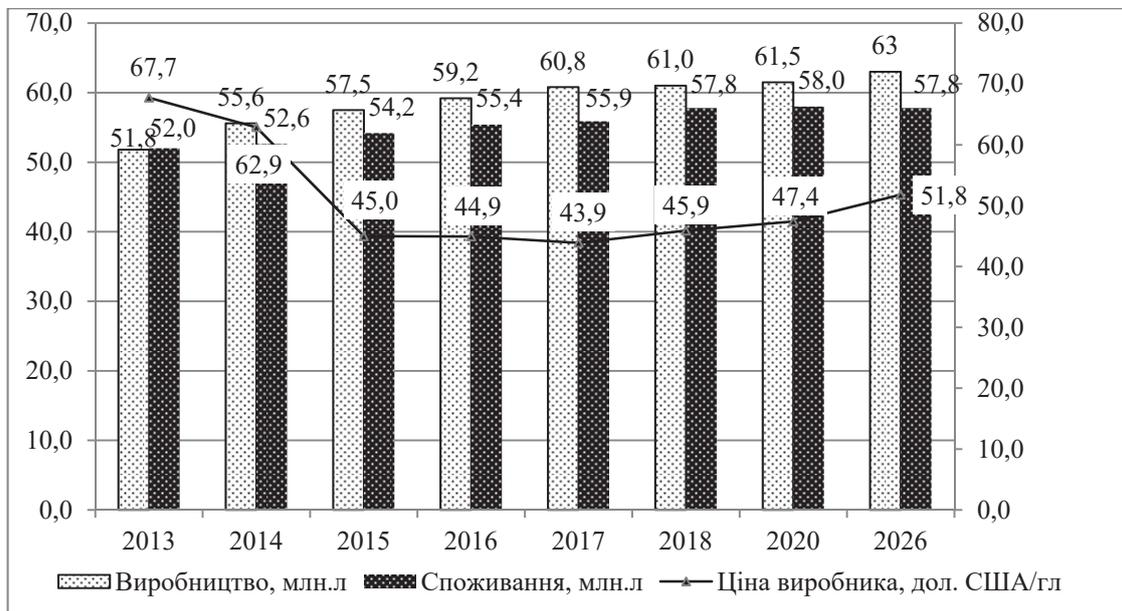


Рис. 2. Виробництво та споживання біоетанолу у США

Джерело: складено за даними OECD<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> OECD Statistics. (2018). Homepage. <<http://www.stats.oecd.org>>. (2018, December, 07).

<sup>2</sup> OECD Statistics. (2018). Homepage. <<http://www.stats.oecd.org>>. (2018, December, 07).

Слід відмітити, що у США частка етанолу в бензині коливається від 10 % до 85 %. Більшість виробленого етанолу використовується як додаток до бензину і складає 15 % у сумішах з бензином середнього рівня і у вигляді суміші високого рівня Е 85 (85 % – біоетанолу та 15 % – бензину), призначеної для використання в транспортних засобах типу «flex – fuel» тобто в автомобілях адаптованих до використання етанолу.

У 2017 р. ринок біопалива марки Е 85 та інших видів досяг значних вершин. По-перше, у США налічується 24 млн автомобілів типу «flex – fuel», тобто приблизно кожний 10 автотранспортний засіб може використовувати біопаливо марки Е 85 або інші. По-друге, біопаливо з використанням етанолу можна знайти в 45 штатах країни на 4 тис. роздрібних автозаправних станціях, що є можливим та доступним для використання споживачів. Наприклад, в штаті Міннесота є 422 автозаправні станції на яких продається біопаливо марки Е 85. В інших штатах таких, як Каліфорнія, Флорида, Техас, Північна Каліфорнія та Пенсільванія на автозаправних станціях продають біопаливо як марки Е 85, так і марки Е 15, Е 20, Е 30, Е 40 для того щоб споживачі мали більший вибір у задоволенні своїх паливних потреб<sup>1</sup>.

Розвиток виробництва та споживання біоетанолу у США безпосередньо пов'язано із широким видом автотранспорту, які можуть використовувати біопаливо марки Е 15. А саме найпопулярніші марки автомобілів представляють свою продукцію в даному сегменті (табл. 2).

Багаторічна практика виробництва та використання біоетанолу у США демонструє ряд позитивних факторів: 1) дає можливість заощадити державні кошти на придбання нафтопродуктів; 2) поліпшити стан навколишнього природного середовища; 3) зменшити рівень безробіття за рахунок відкриття нових заводів та створення нових робочих місць; 4) економічну стабільність розвитку сільського господарства.

Бразилія є другим великим виробником біоетанолу в світі. У 2013 р. виробництво етанолу в країні становило 27,7 млн л, а у 2018 р. його обсяг досяг майже 28,7 млн л і зріс на 3,6 % в порівнянні з 2013 р. Обсяг біоетанолу становить 40 % від загального обсягу ринку палива. Прогнозують, що виробництво біоетанолу до 2026 р. зросте до 32,4 млн л на рік, а споживання становитиме 31,5 млн л. (рис. 3).

Виробництво біоетанолу у Бразилії здебільшого здійснюється на основі цукрової тростини, що являється найдешевшою та ідеальною сировиною для виробництва і отримання спирту в процесі ферментації. В процесі переробки 1 т цукрової тростини можна отримати 138 кг цукру та 145 кг сухої багаси (сухий вуглеводорід). А при виробництві біоетанолу використовується вся цукрова тростина, що дає можливість виробити 72 л етанолу з 1 т сировини<sup>2</sup>. Слід відмітити, що країна є енергозалежною, оскільки не багата на власні нафтові родовища. Тому з початком нафтової кризи в 1970 р. на Близькому Сході, уряд Бразилії ввів в дію Національну програму по використанню алкоголю (National Fuel Alcohol Program), яка включала в себе виробництво спирту як добавки для палива. Основні засади програми включають державну допомогу приватним підприємствам з виробництва спиртової добавки за допомогою податкових пільг та преференцій, а також обов'язковий вміст біоетанолу в бензині в розмірі 20 %–25 %. Нині у Бразилії на автомобільних заправках продають біоетанол марки Е 27 складовими якого є суміш етанолу 27 % та бензину 75 %. Також в країні діє програма «70 до 30», яка стосується випуску автомобілів типу «flex – fuel» в розмірі 7 із 10 нових автомобілів повинні бути з адаптованими двигунами для використання біоетанолу або сумішевого палива<sup>3</sup>. Планується, що до 2030 р. внутрішнє споживання біоетанолу зросте на 18 % за рахунок збільшення транспортних засобів типу «flex – fuel», кількість яких

<sup>1</sup> Ethanol strong. 2018 Ethanol Industry Outlook. Renewable Fuels Association. <<https://www.ethanolresponse.com/wp-content/uploads/2018/02/2018-RFA-Ethanol-Industry-Outlook.pdf>>. (2018, August, 15).

<sup>2</sup> Российская Биотопливная Ассоциация. (2018). *Главная страница*. <<http://www.bioethanol.ru>>. (2018, сентябрь, 23).

<sup>3</sup> Martins, A.L., Wanke, P., Chen, Z., Zhang, N. (2018). Ethanol production in Brazil: An assessment of main drivers with MCMC generalized linear mixed models. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 132., 16-27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.016>

<sup>4</sup> Mączyńska, J., Krzywonos, M., Kupczyk, A., Tucki, K., Sikora, M., Pińkowska, H., Bączyk, A., Wielewska, I. (2019). Production and use of biofuels for transport in Poland and Brazil – The case of bioethanol. *Fuel*, vol. 241, 989-996. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.12.116>

**Ринкова частка використання автомобілями біопалива  
марки E15 у США**

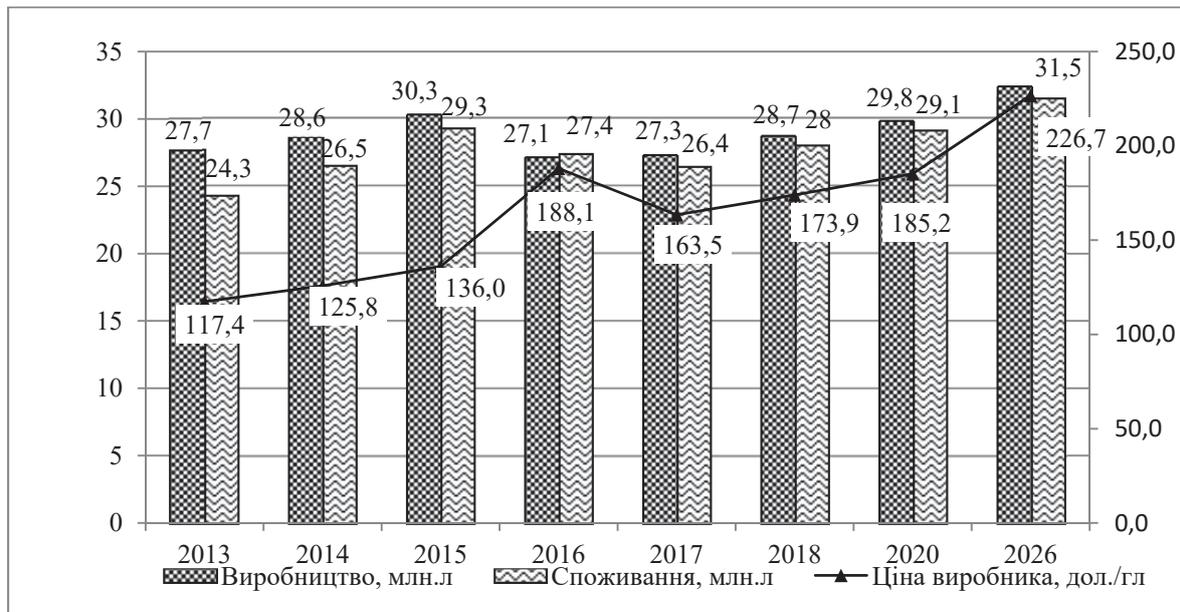
Назва концерну	Роки							Ринкова частка, %
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
BMW Group								
BMW								1,7 %
Mini*								0,3 %
Daimler (Mercedes-Benz)								2,1 %
FCA (Chrysler, Dodge, Fiat, Jeep, Ram)								11,9 %
Ford Motor Company (Ford, Lincoln)								14,9 %
General Motors (Buick, Cadillac, Chevrolet, GMC)								17,2 %
Honda Motor Company (Honda, Acura)								9,5 %
Hyundai Motor Company (Hyundai, Kia)**								7,5 %
Mazda								1,7 %
Mitsubishi Motors Corporation								0,6 %
Nissan Motor Company (Nissan, Infiniti)								9,3 %
Subaru								3,7 %
Tata Motors (Jaguar, Land Rover)								0,6%
Toyota Motor Corporation								
Lexus								14,2 %
Toyota								
Volkswagen Group								
Audi								1,3 %
Porsche								0,3 %
Volkswagen								2,0 %
Volvo Car Group								0,5%
		використання біопалива марки E 15 затверджено Управлінням з охорони довкілля США;						
		використання біопалива марки E 15 затверджено для автовиробників усіх марок;						
		використання біопалива марки E 15 затверджено для автовиробників деяких марок.						

Примітка: \* дозволено використовувати до 25% сумішей етанолу в бензині.

\*\* біопаливо марки E 15 дозволено використовувати у всіх моделях Hyundai, окрім Hyundai Sonata.

Джерело: складено за даними RFA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Renewable Fuels Association. (2018). Homepage. <<https://ethanolrfa.org/>>. (2018, February, 10).



**Рис. 3. Виробництво та споживання біоетанолу у Бразилії**

*Джерело: складено за даними OECD<sup>1</sup>.*

досягне 67 % автомобілів з двигуном внутрішнього згорання<sup>2</sup>. Галузь виробництва біоетанолу у Бразилії набирає більших обертів з кожним роком через використання сучасних технологій та високорентабельної сировини – цукрової тростини. А також через державну підтримку та податкові пільги уряду.

Не менш важливе місце у світовому виробництві біоетанолу займають такі країни як Китай, Індія, країни-члени ЄС-28 та інші. У 2013 р. обсяг виробництва етанолу в Китаї за рік становив 9,1 млн л і 10,2 млн л у 2018 р., а до 2026 р. прогнозується, що дана цифра складатиме 11,8 млн л. У період 2013–2018 рр. обсяг виробництва біоетанолу зріс на 10,7 %. Слід відмітити, що розвиток виробництва біоетанолу в Китаї проходить досить не стрімко. Оскільки, основною причиною такого розвитку є підвищення цін на зернові культури, які являються основними продуктами харчування. Споживання етанолу в даній країні за прогнозами ОЕСР буде становити у 2026 р. 11,9 млн л в рік, а за досліджуваний період у 2013 р. становило 9,0 млн л і 10,1 млн л відповідно у 2018 р. Отже, споживання до 2026 р. приблизно зросте на 24,4 % у порівнянні з 2013 р., що може призвести до спаду внутрішнього виробництва у відношенні до споживання біоетанолу та перевести країну до розряду імпортерів даного виду палива при низькому рівні торгівлі. Слід зауважити, що незначна частка зростання виробництва біоетанолу буде припадати на використання кукурудзи, а впровадження у виробництво іншої біоенергетичної сировини такої як картопля, сорго, низькоякісні злаки та інші на даний момент досліджуються в контексті виробництва біопалива.

Країни-члени ЄС–28 такі, як Німеччина, Франція, Великобританія, Чехія, Австрія, Польща та інші здебільшого зорієнтовані на виробництві рідких біопалив двох типів: біодизелю з олійних культур (ріпак, соя, соняшник та інші) та біоетанолу з цукрово-крохмальних рослин (зерно). Країни-члени ЄС–28 приділяють значну увагу виробництві біогазу з органічних відходів сільськогосподарських підприємств та сміттєзвалищ муніципального значення. За останні шість років виробництво етанолу в ЄС зросло на 10,3 % і становить 7,5 млн л у 2018 р. У 2013 р. виробництво становило 6,8 млн л, а до 2026 р. зросте до 7,3 млн л. Споживання етанолу в ЄС–28 до 2026 р. зросте на 3,8 % і становитиме 8,1 млн л у порівнянні з 2013 р. з показником в 7,8 млн л.

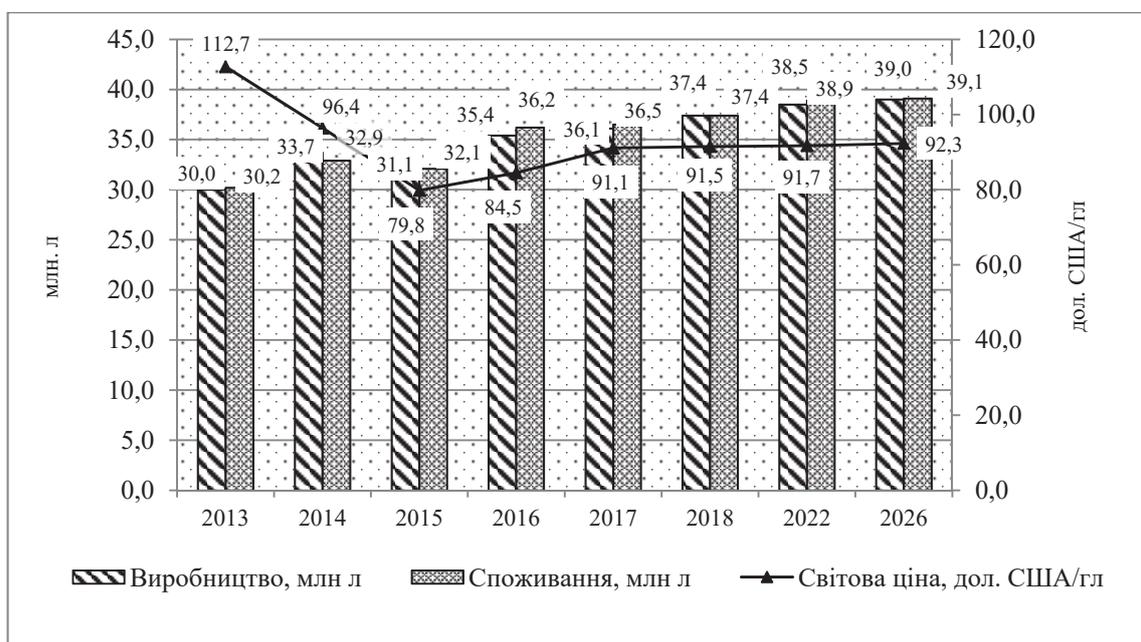
<sup>1</sup> OECD Statistics. (2018). *Homepage*. <<http://www.stats.oecd.org>>. (2018, December, 07).

<sup>2</sup> Brazil Biofuel Annual 2018 Report. (2018). *USDA Foreign Agricultural Service. Global Agricultural Information Network*. <[https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Sao%20Paulo%20ATO\\_Brazil\\_8-10-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_8-10-2018.pdf)>. (2018, September, 20).

Дані показники зростання в споживанні етанолу зумовлені тим, що етанол в ЄС використовують у вигляді добавки до бензину, що включає в себе суміш як з великим так і з малим вмістом біоетанолу для транспортних засобів типу «flex – fuel». Динамічне зростання виробництва біопалива в ЄС здійснюється за рахунок фінансової компенсації для заповнення фінансового розриву між біопаливами та викопними паливами<sup>1</sup>. Також, в ЄС діють податкові переваги, що включають в себе дотації та податкові пільги.

Уряд Індії зосередився на виробництві біопалива як на одному із альтернативних джерел доходу на довготривалий період часу і для надання життєздатності виробникам цукрової тростини. Оскільки, ціни на цукрові культури в світі впали, то виробництво біоетанолу із цукрової тростини буде зростати і в 2026 р. становитиме 3,4 млн л у порівнянні з 2013 р. – 2,0 млн л. З 2013 р. по 2018 р. виробництво зросло на 10 %. Відповідно у 2013 р. становило 2,0 млн л, а у 2018 р. 2,6 млн т. Виробництво етанолу в Індії в майбутньому зростатиме, оскільки виробництво даного виду палива основане на мелясі з цукрової тростини, яка являється найдешевшою сировиною та альтернативним джерелом доходу до державного бюджету на довготривалий період часу. Споживання етанолу в 2013 р. становило 1,8 млн л, а в 2026 р. за прогнозом експертів ОЕСР становитиме 3,4 млн л. З 2013 р. по 2018 р. споживання етанолу в Індії зросло на 50 %. Розвиток виробництва та використання біоетанолу в Індії з кожним роком зростатиме, що дасть можливість забезпечувати внутрішній ринок біопаливом і тим самим розвивати дану галузь енергетики.

Виробництво і використання біодизелю в світі засноване і підпорядковане на засадах суспільної політики, яка включає в себе законодавчі стимули та податкові пільги. За прогнозами ОЕСР у 2013 р. було спожито 30,2 млн л біодизелю, а вироблено 30,0 млн л. Прогнозується, що до 2026 р. динаміка споживання біодизелю в світі зросте до 39,1 млн л при ціні 92,3 дол. США/гл (рис. 4). Ціни на біодизель в світі за прогнозований період будуть в межах 112,7-92,3 дол. США/гл, що є значно вищими за ціни на звичайне паливо. Високі ціни на біоенергетичний вид палива зумовлені подорожчанням вартості сировини та підвищення рівня витрат на виробництво біодизелю.



**Рис. 4. Фактичні та прогнозні показники виробництва, споживання та рівня світових цін на біодизель в світі**

*Джерело: складено за даними OECD<sup>2</sup>.*

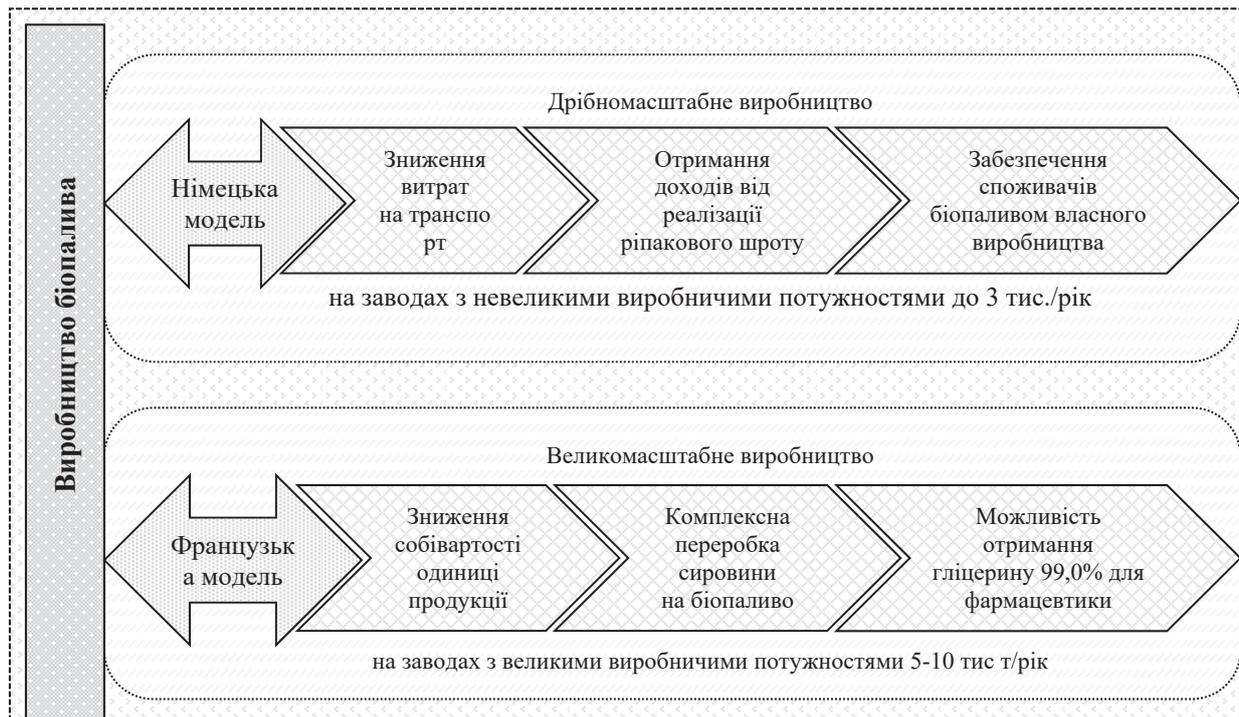
<sup>1</sup> Калетник, Г.М. (2008). *Розвиток ринку біопалив в Україні*. Київ: Аграрна наука, 464.

<sup>2</sup> OECD Statistics. (2018). *Notepage*. <<http://www.stats.oecd.org>>. (2018, December, 07).

Виробництво біодизелю у 2018 р. зросло на 3,6 % і становить 37,4 млн л в порівнянні з минулим роком – 36,1 млн л. За прогнозами експертів ОЕСР виробництво біодизелю до 2026 р. становитиме 39,0 млн л. Це зростання буде незначним, оскільки, темпи розвитку даної галузі були галопуючими в продовж п'яти років.

Лідуючі позиції в галузі виробництва біодизелю належать країнам ЄС. Темпи виробництва біодизелю в майбутньому зростатимуть, що може призвести до: 1) стрімкого зростання попиту на олійні культури; 2) підвищеної зацікавленості (попиту) до імпортованої сировини; 3) зростання цін на олійні культури; 4) призупинення розвитку біопаливного ринку.

Сьогодні в Європі використовують великомасштабну та дрібномасштабну технологію виробництва біодизелю, яка заснована на «німецькій» та «французькій» моделі (рис. 5).



**Рис. 5. Європейські моделі виробництва біодизельного палива**

*Джерело: власні дослідження.*

Слід відмітити, що споживання виготовленого біопалива в Європейських країнах здійснюється на двох принципових схемах. Перша, це «французька» схема де споживання біопалива здійснюється автомобілями та автобусами, оскільки використання звичайного дизельного пального під час проїзду в деяких містах заборонений через перевищення норм викидів токсичних речовин. Штрафи за недотримання норм викидів токсичних речовин перевищують різницю вартості біодизеля і дизельного палива. Біодизель додають до звичайного дизельного палива із доведенням до 5 % концентрації<sup>1</sup>.

В «німецькій моделі» – виробництво біопалива становить до 3 тис. т на рік за рахунок фермерського та кооперативного виробництва і споживання. Фермери або кооперативи фермерів вирощують ріпак, посівні площі якого сягають 10-12 % орних земель. Оскільки, фермери самі вирощують сировину і виробляють біопаливо для власних потреб Уряд Німеччини з 2001 р. надавав кожному фермерові дотацію: близько 360 євро за кожний гектар, на якому вирощується ріпак для

<sup>1</sup> Приварникова, І.Ю., Шевченко, Р.О. (2014). Використання біодизеля як один із інноваційних напрямків ресурсозбереження та забезпечення енергетичної безпеки України. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія Менеджмент інновацій*, 3, 62-68.

технічних цілей. З кожної тонни ріпаку можна отримати близько 300 кг олії, а з неї – 270 кг біодизеля<sup>1,2</sup>.

Основними виробниками та споживачами біодизелю в світі є країни-члени ЄС, виробництво та використання якого ще відбулося впродовж 90-х років і значно розширилося за останні роки. У 2017 р. виробництво біодизелю в ЄС становить 11,5 млн т, а виробнича потужність складає 22,9 млн т/рік<sup>3</sup>.

Провідними країнами з виробництва біодизелю в ЄС є Німеччина, Франція, Нідерланди, Іспанія, Польща, Італія (табл. 3).

Таблиця 3

**Виробничі потужності та виробництво біодизелю у деяких країнах ЄС у 2017 році**

Назва країни	Виробничі потужності, млн т	Виробництво, млн т
Австрія	524	302
Бельгія	846	459
Болгарія	356	39
Великобританія	528	263
Греція	729	138
Іспанія	3,39	1,11
Італія	1,52	503
Нідерланди	2,51	1,39
Німеччина	4,01	3,02
Польща	1,24	779
Португалія	639	271
Франція	2,08	1,70

*Джерело: складено за даними European Biodiesel Board (EBB).*

Німеччина являється одним із основних лідерів з виробництва і споживання біопалива в світі, тому, що дана країна має перші позиції в області наукових досліджень і розробок стосовно біопалива, а також більша частина орних земель країни зарезервовані для вирощування енергетичних культур. Згідно Європейського співтовариства Німеччина планує до 2020 р. збільшити частку споживання біопалива до 10 % для збільшення енергетичної безпеки країни та поліпшення екологічного стану. Виробництво біопалива відбувається на комерційній основі за рахунок відсутності політичних бар'єрів та сприятливих законодавчих стимулів. У 2017 р. виробничі потужності біодизелю в Німеччині становили 4,0 млн т/рік, а виробництво зросло до 3,0 млн т. В країні загалом існує більше 50 заводів по виробництву біодизелю та біоетанолу. Станом на 2018 рік в Німеччині існує 26 біодизельних заводів з загальною потужністю виробництва 3,04 млн т/рік. Найкрупнішими заводами з виробництва біодизелю є: Cargill GmbH (м. Франкфурт-на-Майні) з виробничою потужністю 300 тис т/рік, New Natural Energies West GmbH (м. Нойс) – 260 тис. т/рік, Mercuria Biofuels Brunsbüttel GmbH (м. Брунсбюттель) – 250 тис. т/рік, Louis Dreyfus commodities Wittenberg GmbH (м. Лютерштадт-Віттенберг) – 200 тис. т/рік, Biopetrol Rostock GmbH (м. Росток) – 200 тис. т/рік та ін<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Фаїзов, А.В. (2003). Економіко-екологічні потреби виробництва та переробки ріпаку в Україні. Науковий вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. Економічні науки, 3, 271-282.

<sup>2</sup> Приварникова, І.Ю., Шевченко, Р.О. (2014). Використання біодизеля як один із інноваційних напрямів ресурсозбереження та забезпечення енергетичної безпеки України. Вісник Дніпропетровського університету. Серія Менеджмент інновацій, 3, 62-68.

<sup>3</sup> European Biodiesel Board. (2018). Homepage. < <http://www.ebb-eu.org/stats.php>>. (2018, November, 20).

<sup>4</sup> Bockey, D. (2018). Biodiesel 2017/2018 Assessment report and outlook – Excerpt from the UFOP annual report. Germany: UFOP, 52.

Німеччина виробляє і реалізує чистий біодизель марки В 100, який продається на 1500 заправних станціях. Близько 30 % біодизелю розповсюджується через мережу комунальних заправних станцій, а 7 % через головних споживачів або операторів комунальних автопарків, компанії таксі тощо. Понад 65 % загального виробництва біодизелю споживають далекобійники, таксисти та аграрії<sup>1</sup>. Отже, розвиток біодизельного виробництва в Німеччині залежить від стабільного розвитку попиту на внутрішньому ринку.

Франція займає не менш лідируючу позицію серед основних виробників біодизелю в Європі. Досвід роботи країни в цій сфері становить більше десяти років і розпочався ще в 80-х роках ХХ століття за рахунок пошуку нових ринків збуту олії кользи, яка в той час на європейських продуктових ринках була мало представлена. Інтенсивність розвитку біопаливної промисловості припадає на 1991-1995 р. коли проводилися випробувальні роботи в цій області за участі всіх зацікавлених сторін таких як: автомобільна промисловість – «Рено», «Пежо»; нафтопереробна та бензинова промисловість – «Ельф», «Тоталь»; міністерства сільського господарства та промисловості; енергетичні агенції та компанії комунального транспорту. Основною метою всіх

було визначити найкращий спосіб виробництва біодизелю, його використання та розподіл .

Сьогодні у Франції працює чотири заводи з виробництва біодизелю з загальною виробничою потужністю понад 360 тис. т/рік: Комп'єн – 60,5 тис. т/рік, Гран-Куронн – 180,5 тис. т/рік, Верден – 33,5 тис. т/рік та Буссен – 33 тис. т/рік<sup>2</sup>. За даними ЕВВ у 2017 р. виробництво біодизелю зросло до 1,7 млн т, а виробнича потужність склала 2,0 млн т/рік . Стратегія використання біодизелю або МЕРО (метиловий-ефір-ріпакової-олії) полягає у злагодженій системі між виробниками і нафтопереробними компаніями, які використовують біодизель як добавку до звичайного дизельного пального. Даний вид палива називається «Дистер», він є офіційно визнаний французькою владою та розповсюджується нафтовими компаніями у двох формах<sup>3</sup>: 1) у вигляді 5 % суміші («Shell»: 2 %) з викопним дизельним паливом для поліпшення змащувальної здатності останнього; 2) у вигляді 30% суміші, яка використовується у більше ніж тридцяти містах, що входять до «Клубу біодизельних міст» («Club des Villes Dister»), головна мета якого – використовувати екологічні переваги біодизеля. Отже, розвиток і використання біодизелю у Франції відбувається за рахунок правової захищеності та спільній стратегії маркетингу між виробниками біопалива та нафтовими компаніями. А виробництво біопалива для Франції є альтернативою в сільському господарстві на землях, виведених з сільськогосподарського обігу для непродовольчого виробництва (частка земель становить 70 % або 410 тис. га)<sup>4</sup>.

В Італії працює дванадцять біопаливних заводів з виробничою потужністю понад 60 тис. т/рік. У 2017 р. обсяг виробленого біодизелю в країні становив 0,5 млн т, а виробнича потужність 1,5 млн т/рік. Італійське виробництво біодизелю базується на використанні насіння ріпаку та соняшнику, які переважно експортуються з Німеччини та Франції. Власний обсяг сировини для виробництва біодизелю (рослинні олії) становить близько 2 млрд. т/рік і зараз відновлюється лише половина

цього обсягу, для чого застосовується технологія розкислення та дегідратації . Отже, слід зауважити, що виробництво біодизелю в Італії є нестабільним через брак власної сировини та високих цін на імпортовані олійні культури, а використання виробленого біологічного палива відбувається лише в комунальній сфері (котли центрального опалення).

Виробництво біопалива за останні роки зростає, що призводить до росту попиту та зацікавленості більшості країн світу. В світі виробництвом біодизелю займається дванадцять країн, такі як: США, Німеччина, Франція, Італія, Великобританія, Чехія, Австрія, Бельгія, Словаччина, Швейцарія, Китай та Австралія. Подальший ріст та розвиток біодизельної промисловості залежить

<sup>1</sup> Bockey, D. (2018). *Biodiesel 2017/2018 Assessment report and outlook – Excerpt from the UFOP annual report*. Germany: UFOP, 52.

<sup>2</sup> Bockey, D. (2018). *Biodiesel 2017/2018 Assessment report and outlook – Excerpt from the UFOP annual report*. Germany: UFOP, 52

<sup>3</sup> Bart, J.C.J., Palmeri, N., Cavallaro, S. (2010). *Biodiesel science and technology: from soil to oil*. Cambridge: Woodhead Publishing, 840.

<sup>4</sup> European e-Justice Portal – European Judicial Atlas in civil matter (2018). *Homepage*. <[http://www.europa.eu.int/comm/energy\\_transport/atlas/html/biordmarfutc.html](http://www.europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/html/biordmarfutc.html)>. (2018, May, 15).

від інтенсивності впровадження наукових досліджень і розробок в цій області, від співпраці усіх учасників ринку та від випробування біоенергетичних палив в якості сумішей з традиційним паливом на міському транспорті.

**Висновки з проведеного дослідження.** В умовах сьогодення розвиток галузі біоенергетики, виробництво та використання біоенергетичних видів палива сприяє зменшенню викидів парникових газів в атмосферу та нераціональному використанню невідновлювальних джерел енергії. Провідними країнами в світі по розвитку біоенергетики є США, Бразилія, країни-члени ЄС та ін. США є найбільшим виробником та споживачем біоетанолу в світі. В країні успішно розвинута мережа автозаправних станцій з біоетанолом різних марків від E 15 до E85. Компанії-виробники біоетанолу в США успішно співпрацюють з нафтовими компаніями та автомобільними концернами. З кожним роком виробництво біоетанолу зростає, оскільки уряд США зацікавлений в розвитку галузі біоенергетики за рахунок надання державної підтримки, податкових пільг та дотацій. Лідируючі позиції в області виробництва біодизелю належать країнам-членам ЄС. Виробництво біодизелю здійснюється за рахунок використання олійних культур, що дає можливість виробляти біодизель першого та другого покоління. В ЄС розвиток ринку біопалива здійснюється за допомогою податкових пільг, дотацій, державних програм підтримки, науковим розробкам.

### References:

1. Kaletnyk, H.M. (2009). Vplyv bioenerhetyky na ekolohichni stan navkolyshnoho seredovyshcha Ukrainy. [Influence of bioenergy on the ecological state of the environment of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky: naukovo – teoretychnyi zhurnal Ukrainiskoi akademii ahrarnykh nauk*. [Bulletin of Agrarian Science: Scientific and Theoretical Journal of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences.]. no. 10, 53-57. [in Ukrainian].
2. *Kiotskyi protokol do Ramkovoï konventsii Orhanizatsii Obiednanykh Natsii pro zminu klimatu 1997*. (Orhanizatsiia obiednanykh natsii). [Kyoto Protocol to the 1997 United Nations Framework Convention on Climate Change 1997 (United Nations)]. *Ofitsiyni sait Verkhovnoi Rady Ukrainy*. [The official website of the Verkhovna Rada of Ukraine]. < [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_801](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801)>. [in Ukrainian]. (2018, June, 22).
3. Kaletnyk, H.M. (2008). Rozvytok svitovoho rynku biopalyva [Development of the global biofuel market]. *Ekonomika ta derzhava*. [Economy and the state], no. 11, 52-24.[in Ukrainian].
4. Heletukha, H.H., Zheliezna, T.A., Bashtovyi, A.I. (2017). Ohliad krashchykh praktyk orhanizatsii roboty rynku biopalyva u krainakh YeS [An overview of the best practices in organizing the biofuel market in the EU]. *Promyshlennaia teplotekhnika*. [Industrial heat engineering], no. 5, 108-112.[in Ukrainian].
5. Koliadenko, S.V., Koliadenko, D.L. (2013). Problemy ta perspektyvy rozvytku rynku biopalyva v Ukraini ta Sviti [Problems and Prospects for the Development of the Biofuels Market in Ukraine and the World]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. [Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet], no. 19, 195-198. [in Ukrainian].
6. Holub, H.A., Kukharets, S.M. (2015). Osoblyvosti vyrobnytstva biopalyva ta otrymannia enerhii v umovakh ahropromyslovoho vyrobnytstva [Features of biofuel production and energy production in agro-industrial production.]. *Tekhnika i tekhnolohiia APK*. [Technology and technology of agroindustrial complex], no 2 (65), 31-34. [in Ukrainian].
7. Darda, S., Papalas, T., Zabaniotou, A. (2019). Biofuels journey in Europe: Currently the way to low carbon economy sustainability is still a challenge. *Journal of Cleaner Production*. vol. 208, 575-588. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.147> [in English].
8. Czekała, W., Bartnikowska, S., Dach, J., Janczak, D., Smurzyńska, A., Kozłowski, K., Bugała, A., Lewicki, A., Cieślak, M., Typańska, D., Mazurkiewicz, J. (2018). The energy value and economic efficiency of solid biofuels produced from digestate and sawdust. *Energy*, vol. 159, 1118-1122. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.090> [in English].
9. Moiola, E., Salvati, F., Chiesa, M., Siecha, R. T., Manenti, F., Laio, F., Rulli, M. C. (2018). Analysis of the current world biofuel production under a water–food–energy nexus perspective. *Advances in Water Resources*, vol. 121, 22-31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2018.07.007> [in English].
10. Nicodème, T., Berchem, T., Jacquet, N., Richel, A. (2018). Thermochemical conversion of sugar industry by-products to biofuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 88, 151-159. [in English].
11. World Energy Outlook 2008. (2008). *International Energy Agency*. < <https://www.iea.org/media/weoweb/2008-1994/WEO2008.pdf>>. (2017, September, 10). [in English].
12. OECD Statistics. (2018). *Homepage*. <<http://www.stats.oecd.org>>. (2018, December, 07). [in English].
13. Ethanol strong. (2018). *2018 Ethanol Industry Outlook. Renewable Fuels Association*. <<https://www.ethanolresponse.com/wp-content/uploads/2018/02/2018-RFA-Ethanol-Industry-Outlook.pdf>>. (2018, August, 15). [in English].
14. Renewable Fuels Association (2018). *Homepage*. <<https://ethanolrfa.org/>>. (2018, February, 10). [in English].

15. Russian Biofuel Association (2018). *Homepage*. <<http://www.bioethanol.ru>>. (2018, September, 23). [in Russian].
16. Martins, A. L., Wanke, P., Chen, Z., Zhang, N. (2018). Ethanol production in Brazil: An assessment of main drivers with MCMC generalized linear mixed models. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 132, 16-27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.016> [in English].
17. Mączyńska, J., Krzywonos, V., Kupczyk, A., Tucki, K., Sikora, M., Pińkowska, H., Bączyk, A., Wielewska, I. (2019). Production and use of biofuels for transport in Poland and Brazil – The case of bioethanol. *Fuel*. vol. 241, 989-996. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.12.116> [in English].
18. Brazil Biofuel Annual 2018 Report. (2018). USDA Foreign Agricultural Service. Global Agricultural Information Network. <[https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Sao%20Paulo%20ATO\\_Brazil\\_8-10-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_8-10-2018.pdf)>. (2018, September, 20). [in English].
19. Kaletnyk, H.M. (2008). *Rozvytok rynku biopalyv v Ukraini*. [Development of Biofuel Market in Ukraine]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
20. Pryvarnyкова, I.Yu., Shevchenko, R.O. (2014). Vykorystannia biodyzelia yak odyn iz innovatsiinykh napriamkiv resursozberezhennia ta zabezpechennia enerhetychnoi bezpeky Ukrainy [Use of biodiesel as one of the innovative directions of resource conservation and ensuring the energy security of Ukraine]. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Serii Menedzhment innovatsii*. [Bulletin of Dnipropetrovsk University. Series Innovations Management], no. 3, 62-68. [in Ukrainian].
21. Faizov, A.V. (2003). Ekonomiko-ekolohichni potreby vyrobnytstva ta pererobky ripaku v Ukraini [Economic and ecological needs of rape production and processing in Ukraine]. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho torhovelno-ekonomichnoho instytutu KNTEU: Ekonomichni nauky*. [Scientific Herald of the Chernivtsi Trade and Economic Institute of KNTEU: Economic Sciences], vol. 3, 271-282. [in Ukrainian].
22. European Biodiesel Board (2018). *Homepage*. <<http://www.ebb-eu.org/stats.php>>. (2018, November, 20). [in English].
23. Bockey, D. (2018). *Biodiesel 2017/2018 Assessment report and outlook – Excerpt from the UFOP annual report*. Germany: UFOP. [in English].
24. Bart, J.C.J., Palmeri, N., Cavallaro, S. (2010). *Biodiesel science and technology: from soil to oil*. Cambridge: Woodhead Publishing, 840. [in English].
25. European e-Justice Portal – European Judicial Atlas in civil matter (2018). *Homepage*. <[http://www.europa.eu.int/comm/energy\\_transport/atlas/html/biordmarfutc.html](http://www.europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/html/biordmarfutc.html)>. (2018, May, 15). [in English].