

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-36-42>

УДК 658.26:664

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ ТА БІОЕТАНОЛУ НА СПИРТОВИХ ЗАВОДАХ

PROSPECTS OF BIOGAS AND BIOETHANOL PRODUCTION IN ALCOHOL PLANTS

Фурман Ірина Володимирівнакандидат економічних наук, доцент,
Вінницький національний аграрний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9923-555X>**Furman Irina**

Vinnytsia National Agrarian University

Стаття присвячена актуальним напрямам вдосконалення функціонування спиртових заводів як напрямку забезпечення енергонезалежності. Обґрунтовано необхідність реструктуризації спиртових заводів з орієнтацією на виробництво біоетанолу та біогазу як засобу досягнення енергетичної незалежності України. Досліджено переваги та недоліки біогазу в порівнянні з природним газом. Визначено додатковий екологічний та економічний ефект від здійснення відповідних видів виробничої діяльності спиртових заводів. Досліджені основні стримуючі фактори для розвитку біогазового виробництва на спиртових заводах. Визначено стратегічні напрями розвитку приватизованих заводів ДП «Укрспирт» через комплекс заходів, що матимуть мультиплікативний ефект. Аргументовані стратегічні пріоритети відродження спиртової галузі котрі передбачають модернізацію та реорганізацію всіх виробничих майданчиків даних підприємств.

Ключові слова: біопаливо, біоетанол, біогаз, реструктуризація, спирт, модернізація, енергонезалежність.

The aim of the article is to determine the directions of improving the functioning of distilleries as a direction of energy independence. The relevance of the study lies in the need for directions of development in the medium and long term mechanisms to ensure energy independence of Ukraine's economy. The study used a set of general and special methods: economic analysis – in determining the effectiveness of distilleries in their reorientation to the production of biofuels; analysis and synthesis – with a combination of components of economic phenomena in a single process; graphic – with a visual display of the multiplicative effect; grouping – with the established dependences of the efficiency of management of distilleries in the production of bioethanol and biogas. The need to restructure distilleries with a focus on bioethanol and biogas production as a means of achieving Ukraine's energy independence is substantiated. The advantages and disadvantages of biogas in comparison with natural gas are investigated. The additional ecological and economic effect from the implementation of the relevant types of production activities of distilleries is determined. The assessment of the attractiveness of the energy market was carried out on the basis of: assessment of the capacity of the natural gas and gasoline market, forecast of prospects of distilleries to enter certain market segments with new products (biogas and biofuels). Potential opportunities to achieve dominance in the market of this product in the energy market are proved. The main restraining factors for the development of biogas production at distilleries have been studied. The strategic directions of development of the privatized plants of Ukrspirt have been determined through a set of measures that will have a multiplier effect. Argued strategic priorities for the revival of the alcohol industry, which include modernization and reorganization of all production sites of these enterprises. An assessment of the reduction of greenhouse gas emissions in the production of electricity and heat (due to the use of biogas). It is determined that the proposed measures will increase investment in the industry, increase gross regional product and profitability of the alcohol industry.

Keywords: biofuel, bioethanol, biogas, restructuring, alcohol, modernization, energy independence.

Постановка проблеми. На сьогодні в умовах військового стану в Україні, дефіциту енергоресурсів та стрімкого зростання їх вартості виникає потреба в пошуку альтернативних джерел виробництва енергоносіїв. Най-

більш гострою стоїть проблема заміщення енергоносіїв, які постачалися з країни-агресора – РФ, а саме бензину та природного газу. Одним з найбільш швидких рішень даного питання є використання наявного потенці-

алу спиртової промисловості. Адже розвиток власного видобутку нафти та газу недостатньо для покриття потреби економіки України. Проведення виробничої реструктуризації спиртових заводів з орієнтацією на виробництво біогазу та біоетанолу в перспективі дасть можливість в середньостроковій перспективі зменшити енергетичну залежність України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблемам розробки механізмів виробництва альтернативних джерел енергії на підприємствах АПК присвячені наукові праці Калетніка Г.М. [1], Голян В.А. [2], Гонтарука Я.В. [3; 5], Федуняка І.О. [6], Трипольської Г.С. [7], Мазур К.В. [8] та ін. Проте обґрунтування перспектив модернізації спиртових заводів з орієнтацією на виробництво біогазу та біоетанолу в умовах подорожчання природного газу та бензину на сьогодні є надзвичайно необхідним, що зумовлює актуальність даного слідження.

Виділення раніше не вирішених частин загальної проблеми. Обґрунтовано напрями розвитку перспективи модернізації спиртових заводів з орієнтацією на виробництво біогазу та біоетанолу. Аргументовано переваги реструктуризації спиртових заводів направленої на виробництво альтернативних джерел енергії. Досліджено переваги виробництва біогазу та біоетанолу в умовах дефіциту енергоносіїв в державі.

Формування цілей статті. Метою статті є дослідження перспектив виробництва біогазу та біоетанолу на спиртових заводах в умовах дефіциту енергоносіїв.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвиток виробництва альтернативних джерел енергії на спиртових заводах в умовах гострого дефіциту енергоресурсів є перспективним напрямком забезпечення енергонезалежності України.

На думку Калетніка Г.М., виробництво рідких біопалив із біомаси розв'язало б проблему не тільки енергетичної безпеки, а й стабілізувало б діяльність аграрного сектору економіки. Це для України є також актуальним, особливо для бурякоцукрової галузі [1, с. 174].

Проте слід зазначити, що виробництво біопалив в умовах приватизації більшості державних спиртових заводів на сьогодні є також досить доцільним.

Дослідження Голян В.А. показали, що пріоритетними напрямками диверсифікації інвестиційних потоків в сировинному та переробно-харчовому сегментах аграрного сектора національної економіки мають виступати: диверсифікація інструментів та методів

податкового стимулювання інвестиційної діяльності, розширення специфікації методів державного регулювання інвестиційної діяльності в сільському господарстві та переробно-харчовому сегменті АПК, удосконалення інституціонального середовища інвестиційної діяльності. В умовах гострої конкурентної боротьби на глобальних ринках продовольства для забезпечення прискорених темпів комплексного розвитку сфери переробки сільськогосподарської сировини важливе значення має консультативне забезпечення суб'єктів агропродовольчого підприємництва стосовно вибору методів та форм залучення інвестиційних потоків у модернізацію та реконструкцію основних засобів [2, с. 37].

Відходи спиртової галузі можна розглядати як одну з найперспективніших складових біоенергетики в Україні. Біоенергетика ґрунтується на використанні органічних речовин рослинного походження таких як: деревина, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, гній, тверді побутові відходи тощо. Відходи спиртової галузі в можна використовувати для отримання біогазу [3, с. 247].

Результати сучасних досліджень свідчать, що виробництво біодизеля, є суперечливими, оскільки він має високу вартість технологій отримання та окремі еколого-економічні наслідки використання ресурсів біомаси. Таким чином, актуальності набуває виробництво біогазу на основі біоенергетичної утилізації органічних відходів, отриманих у результаті господарської діяльності підприємств АПК.

Біогаз це газ, що отримується внаслідок метанового бродіння біомаси. Розкладання біомаси відбувається під впливом трьох видів бактерій:

Перший вид – бактерії гідролізни;

Другий вид – бактерії кислотоутворювальні;

Третій вид – бактерії метанотворні [4].

У виробництві біогазу беруть участь не лише бактерії класу метаногенів, а представлені всі три види. Він складається в основному з метану (від 55 до 70%) та діоксиду вуглецю (45-30%), але також містить деякі включення, які виділяються в біогазовій станції. За своїми властивостями біогаз найбільш близький до природного газу 98% метан (CH_4).

Біогаз може використовуватися для спалювання в котлах та двигунах внутрішнього згоряння без збагачення. Найбільш поширене використання біогазу є вироблення електричної енергії. Біогаз також можна очищати від CO_2 і доводити до властивостей природного газу. Такий збагачений біогаз називається біо-

метаном. Найчастіше очищення проводиться за допомогою води. Після очищення газ не відрізняється як за складом так і за властивостями від природного газу (табл. 1).

Таблиця 1
Основні характеристики біогазу

Характеристики	Показники
Запас енергії в 1 м ³ біогазу	6-6,5 кВт
Теплотворна здатність	4500-6300 ккал/м ³
Щільність біогазу	1,16-1,27 кг/м ³
Температура загоряння	650-750 С
Тиск біогазу в реакторі	0,05 атм
Тиск біогазу перед споживанням	піднімається до питомого

Джерело: сформовано автором на основі [1-4]

Доцільним є аргументація Гонтаруком Я.В. того, що невирішеним залишається питання створення при виробництві біогазу досить значного обсягу вуглекислого газу, що має негативний вплив на довкілля. Невикористаний біогаз для виробництва продукції подібних комплексів слід очищувати від CO₂ та реалізовувати через газотранспортну систему. Очищений біогаз до 96% вмісту метану класифікується як біометан та може бути реалізований через ГТС, а вуглекислий газ може використовуватися для виробництва синтетичного біометану [5, с. 71].

Дослідження Федуняк І.О. свідчать, що виробництво біогазу дає змогу запобігти викидам метану в атмосферу, який впливає на парниковий ефект у 21 разів сильніше, ніж CO₂, і знаходиться в атмосфері близько 12 років. «Захват» метану – кращий короткостроковий спосіб запобігання глобальному потеплінню. Перероблений гній, барда й інші відходи застосовуються як добриво в сільському господарстві. Це дозволяє понизити використання хімічних добрив, зменшується навантаження на підземні води [6, с. 46].

Біогазові установки можуть встановлюватися як очисні споруди на фермах, птахофабриках, спиртних, цукрових заводах, м'ясокомбінатах.

На спиртних заводах, що переробляють зерно, утворюється після спиртова барда, яка містить практично всі компоненти вихідної сировини, окрім крохмалю. До того ж, барда збагачується залишковими спиртовими дріжджами, що збільшує її кормову цінність. За своїм хімічним складом свіжа зернова барда є досить поживним кормом, і раніше вона використовувалася на великих відгодівельних

комплексах. Проте останніми роками ці комплекси у багатьох регіонах ліквідовано, і значна кількість барди не використовується. До того ж, через подорожчання палива перевезення рідкої барди (з вмістом сухих речовин 5,5-7,0%) на великі відстані є нерентабельним.

Спиртова промисловість України – одна з галузей, що забруднює відходами стічні води. В Україні діють 41 спиртових заводів, на яких протягом року утворюється близько 4 млн м³ мелясної та 3,6-3,8 млн м³ зернової барди, а також близько 8 млн м³ забруднених стічних вод. Ці стічні води не можуть без очищення скидатися у водойми. Мелясна барда на більшості заводів не утилізується і без очищення разом зі стічними водами скидається у відстійники, де загниває, забруднюючи ґрунтові води та повітря. Водночас слід зазначити, що на спиртних заводах найбільш сприятливі умови для організації виробництва біогазу: наявні сировина (відходи) з температурою 40-50°C, а також вторинні джерела тепла (конденсати, лютерна вода). Усе це дає змогу організувати виробництво біогазу без витрат одержуваного біоенергетичного палива на підігрів середовища у метантенках.

Промислова біогазова установка – це будівельний об'єкт, у якому частка устаткування становить 70-80%. Це – закриті реактори, або ферментери, дигестери, метан-танки, біоректори, виконані з монолітного залізобетону або сталі з покриттям. На підігрів барди коштів майже не потрібно оскільки сировина поступає в підігрітому виді.

Післяспиртова барда (ПСБ) є основним відходом спиртової галузі. Прийmemo середнє значення виходу ПСБ – 115 дал на 1 дал спирту. Така висококонцентрована стічна вода характеризується високим вмістом органічних забруднень, які містяться в розчиненому та нерозчиненому стані, показники ХСК та БСК досягають рівня 40-150 г/дм³ та 20-90 г/дм³, відповідно.

Створення комбінованих систем переробки даних відходів у біогаз із подальшим його спалюванням дозволило б суттєво покращити техніко-економічні та екологічні показники спиртних виробництв.

Хімічний склад біогазу, який утворюється під час метанового зброджування на спиртному заводі представлений в таблиці 2.

Оцінка скорочення викидів парникових газів при виробництві електроенергії та тепла (за рахунок використання біогазу замість вуглецевистих енергетичних ресурсів) включатиме оцінку скорочення викидів діоксиду вуг-

Таблиця 2

Порівняльна характеристика природного газу та біогазу

Вид газу	Природний газ	Біогаз
CH ₄ – метан	98,9 %	69,3 %
CO ₂ – діоксид вуглецю	0,06%	30,2%
N ₂ O-азот	0,9	0,2%
O ₂	0	0,3
C ₂ H ₆	0,12	0
C ₃ H ₈	0,01	0
C ₄ H ₁₀	0,01	0
Теплота згоряння, кДж/м ³	35503	24890

Джерело: сформовано автором на основі [1–4]

лецю (CO₂), метану (CH₄), закису азоту (N₂O). Розрахуємо скорочення викидів ПГ від заміщення біогазом природного газу в теплогазифікаційних установках. При спалюванні 1 ТДж природного газу буде емітовано 55350 кг діоксиду вуглецю (CO₂), 1 кг метану (CH₄) і 0,1 кг закису азоту (N₂O). За умови використання природного газу в когенераційних установках 413798 ТДж (або 9,8834 млн т н.е.) природного газу було би здійснено викидів ПГ в обсязі 11,463 млн т CO₂-екв. Тобто при використанні 1 ТДж природного газу в когенераційних установках виділяється 55,405 т CO₂ (екв) [7, с. 130].

Вартість запуску установок біогазу на спиртових заводах України які найбільш адаптовані до даних технологій становитиме 6,92 млн. євро. (табл. 3).

Стратегічні пріоритети відродження спиртової галузі мають передбачати модернізацію та реорганізацію всіх виробничих майданчиків підприємства. Дані заходи мають бути спрямовані на:

– підвищення рівня ефективності роботи приватизованих шляхом збільшення обсягів

виробництва та розширення номенклатури й асортименту продукції;

– заміщення імпортованої спиртовмісної продукції;

– зниження собівартості продукції за рахунок використання вторинних енергоресурсів;

– виробництва біогазу з після спиртової барди.

Реалізація стратегічних напрямів можлива через ефект розвитку приватизованих заводів ДП «Укрспирт» (рис. 1).

Використання незадіяних потужностей спиртової галузі шляхом їх перепрофілювання на виробництво біоетанолу дозволить забезпечити його потребу та відновити роботу значної кількості підприємств спиртової галузі, покращити фінансовий стан спиртової галузі, збільшити надходження до бюджетів усіх рівнів.

Є ряд конкурентних переваг підприємства, які полягають в наявності резервів зниження собівартості продукції, основою якої є вартість сировини. Сировина становить не менше 60% собівартості. Вартість сировини в Україні є нижчою, ніж в країнах ЄС. Окрім того, при закупівлі великих обсягів сировини

Таблиця 3

Спиртові заводи, що виробляють паливний біоетанол

№	Підприємство	Потужність, тис. дал	Вихід барди, тис. л	Вартість проекту, млн євро (без ПДВ)
1	Барський спиртовий комбінат (Вінницька обл.)	886	101890	1,38
2	Гайсинський спиртовий завод (Вінницька обл.)	886	101890	1,38
3	Лохвицький спиртовий комбінат (Полтавська обл.)	1770	203550	2,76
4	Лужанський експериментальний завод (Чернівецька обл.)	1012	116380	1,4
Разом		4554	523710	6,92

Джерело: сформовано автором на основі даних ДП «Укрспирт» [8]

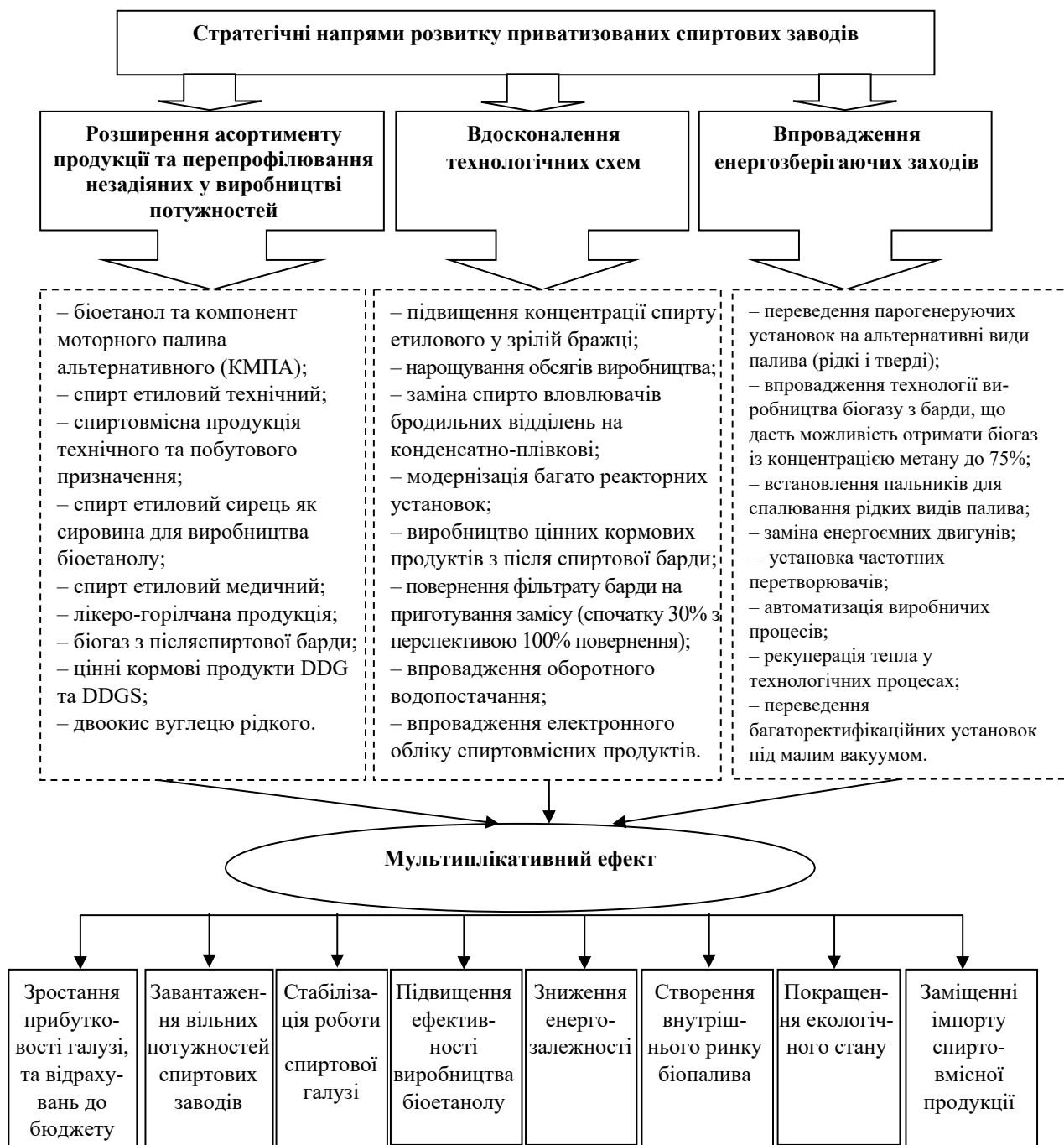


Рис. 1. Мультиплікативний ефект реалізації стратегічних напрямів розвитку спиртових заводів

Джерело: сформовано автором на основі даних ДП «Укрспирт» [8]

спиртові заводи є більш конкурентоспроможними. З огляду на перераховані конкурентні переваги сформовано стратегічні пріоритети розвитку приватизованих та державних спиртових заводів.

Дослідження Мазур К.В. свідчать, що з урахуванням всіх витрат на виробництво собівартість 1 м³ біогазу становитиме біля 4,1 грн., що порівняно з середньою ціною для промисловості понад 50 грн м³ є надзвичайно

вигідним. А з урахуванням того, що залишки після даного процесу можна використовувати для годівлі тварин та внесення органічного добрива у вигляді дигестату є додатковим стимулом для їх виробництва [9, с. 173].

Оцінка привабливості ринку енергоносіїв для спиртових заводів здійснювалася на основі:

– оцінки ємності ринку природного газу та бензину;

– прогнозу перспектив спиртових заводів щодо входження на визначені сегменти ринку з новою продукцією (біогаз та біопаливо);

– перспектив зростання потреб внутрішнього ринку енергоресурсів;

– потенційних можливостей досягнення домінування на ринку цієї продукції в порівнянні з імпортом природним газом та бензином.

Основними перевагами спиртових заводів на ринку біопалива є наявність відповідного обладнання, висококваліфікованих професійних кадрів, розміщення в сировинних зонах, розвинута інфраструктура (побутова, транспортна), забезпеченість необхідною кількістю технологічної води, значний досвід роботи в галузі фахівців відповідних підприємств.

Висновки із цього дослідження і подальші перспективи в цьому напрямку. Розвиток та вдосконалення технологій на підприємстві спиртової промисловості АПК є нагальним питанням для стратегічного розвитку регіону. Запропоновані заходи дадуть можливість: зростання обсягу іноземних інвестицій в галузь; удосконалити методи управління в

харчовій промисловості; підвищити показник валового регіонального продукту та рентабельність галузі в цілому.

В той же час виробництво біогазу та біоетанолу на спиртових заводах України зможе дати наступний ефект для економіки:

– частково забезпечити енергетичну незалежність України;

– знизити витрати спиртових заводів на енергоносії;

– покращити екологічний стан водних ресурсів;

– забезпечити тваринницьку галузь білковими кормами.

Основним стримуючим фактором для розвитку біогазового виробництва на спиртових заводах є насамперед висока вартість модернізації. Проте шляхом державного стимулювання розвитку альтернативної енергетики та збільшення штрафних санкцій за викиди відходів спиртової галузі можливо вирішити дані завдання. Розробка відповідних механізмів потребуватиме подальших наукових досліджень в даному напрямку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Калетник Г.М. Диверсифікація розвитку виробництва біопалив – основа забезпечення продовольчої, енергетичної, економічної та екологічної безпеки України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 169–176. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811&21>
2. Голян В.А., Лучечко Ю.М., Гордійчук А.І., Шмаров Д.М. Комплексний розвиток сфери переробки сільськогосподарської сировини в контексті диверсифікації інвестиційних потоків в аграрний сектор. *Агросвіт*. 2020. № 9. С. 27–37. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.9.27>
3. Мазур А.Г., Ціхановська В.М., Гонтарук Я.В. Перспективи виробництва біогазу на спиртових заводах Вінницької області. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : збірник наукових праць*. 2013. Вип. 19. С. 245–249.
4. Чи прибуткове виробництво біогазу? URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7795-chy-prybutkove-vyrobnytstvo-biohazu.html>
5. Гонтарук Я.В. Перспективи виробництва біогазу на цукрових заводах України. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2022. Випуск 1(34). С. 69–75.
6. Федуняк І.О. Ефективність виробництва біогазу в Україні. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»*. Серія «Економіка» 2014. Випуск 26. С. 45–49.
7. Трипольська Г.С., Дячук О.А., Подолець Р.З., Чепелев М.Г. Біогазові проекти в Україні: перспективи, наслідки та регуляторна політика (Глобальний проект з торгового аналізу). *Економіка і прогнозування*. 2018. № 2. С. 111–134.
8. Сайт ДП «Укрспирт». URL: <http://ukrspirt.com/>
9. Мазур К.В., Ясінська Б.О. Виробництво біогазу як напрям поліпшення екологічної ситуації Вінницької області. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2022. № 1(34). С. 170–174.

REFERENCES:

1. Kaletnik, G.M. (2018) "Diversification of biofuel production development – the basis for ensuring food, energy, economic and environ & mental security of Ukraine". *Visnik agrarnoyi nauki*, vol. 11, pp. 169–176. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811&21> (in Ukrainian)
2. Golyan, V., Luchechko, Y., Gordiychuk, A. and Shmarov, D. (2020) "Integrated development of the sphere of processing of agricultural raw materials in the context of diversification of investment flows to the agricultural sector". *Agrosvit*, vol. 9, pp. 27–37. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2020.9.27> (in Ukrainian)

3. Mazur A.H., Tsikhanovska V.M., Hontaruk Ya.V. (2013) Perspektyvy vyrobnytstva biohazu na spyrtovykh zavodakh Vinnytskoi oblasti [Prospects for biogas production at distilleries in Vinnytsia region]. *Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv: zbirnyk naukovykh prats*, vol. 19, pp. 245–249. (in Ukrainian)
4. Chy prybutkove vyrobnytstvo biohazu? [Is biogas production profitable?]. Available at: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/7795-chy-prybutkove-vyrobnytstvo-biohazu.html> (in Ukrainian)
5. Hontaruk Ya.V. (2022) Perspektyvy vyrobnytstva biohazu na tsukrovykh zavodakh Ukrainy [Prospects for biogas production at sugar factories in Ukraine]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia*, vol. 1 (34), pp. 69–75. (in Ukrainian)
6. Feduniak I.O. (2014) Efektyvnist vyrobnytstva biohazu v Ukraini. [Efficiency of biogas production in Ukraine]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu «Ostrozka akademiia»*. Serii «*Ekonomika*», vol. 26, pp. 45–49. (in Ukrainian)
7. Trypolska H.S., Diachuk O.A., Podolets R.Z., Chepeliev M.H. (2018) Biohazovi proiekti v Ukraini: perspektyvy, naslidky ta rehuliatorna polityka (Hlobalnyi projekt z torhovooho analizu) [Biogas projects in Ukraine: prospects, implications and regulatory policy (Global Trade Analysis Project)]. *Ekonomika i prohozuvannia*, vol. 2, pp. 111–134. (in Ukrainian)
8. Sait DP «Ukrspirt» [Ukrspirt website]. Available at: <http://ukrspirt.com/> (in Ukrainian)
9. Mazur K.V., Yasinska B.O. (2022) Vyrobnytstvo biohazu yak napriam polipshennia ekolohichnoi sytuatsii Vinnytskoi oblasti [Biogas production as a direction of improving the ecological situation of Vinnytsia region]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia*, vol. 1(34), pp. 170–174. (in Ukrainian)