

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-36-8>

УДК 338.432:620.925

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ АПК НА БІОПАЛИВО

DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF PRODUCTION AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS ON BIOFUELS

Гонтарук Ярослав Вікторовичкандидат економічних наук, старший викладач,
Вінницький національний аграрний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7616-9422>**Шевчук Ганна Вікторівна**кандидат економічних наук, старший викладач,
Вінницький національний аграрний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6094-0414>**Gontaruk Yaroslav, Shevchuk Hanna**
Vinnytsia National Agrarian University

Стаття присвячена актуальним напрямам вдосконалення виробництва та переробки продукції АПК на біопаливо. Обґрунтовано необхідність виробництва альтернативних джерел енергії з продукції агропромислового сектору як засобу досягнення енергетичної незалежності України. Досліджено стан використання відходів від виробництва продукції АПК як сировини для переробки на біопаливо. Запропоновані напрями розвитку виробництва твердого біопалива особистими селянськими господарствами з відходів виробництва продукції рослинництва. Обґрунтована необхідність модернізації цукрових заводів з їх орієнтацією створення виробничих кластерів. Визначена необхідність переорієнтації приватизованих спиртових заводів на виробництво біоетанолу. Доведена перспективність використання дигестату в сільському господарстві для забезпечення підвищення врожайності сільськогосподарських культур та зменшить собівартість їх вирощування. Аргументована необхідність реалізації запропонованих заходів, що дасть можливість підвищити рівень конкурентоспроможності продукції АПК та слугуватиме доповненням до Енергетичну стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність».

Ключові слова: біопаливо, біодизель, біоетанол, біогаз, дигестат, сівозміна, стратегія, енергонезалежність, енергетичні культури.

The purpose of this article is to develop directions for the production and processing of agricultural products for biofuels in order to increase Ukraine's energy independence in the face of energy shortages and refusal to buy them from the aggressor countries. The relevance of the study lies in the need for directions of development in the short and long term regarding the partial supply of energy to the state economy, agro-industrial complex in the first place, which will be produced from agro-industrial sector. In the process of research the set of general scientific and special methods was used: economic analysis – in determining the efficiency of agricultural enterprises focused on 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 individual indicators of development of processing enterprises of agriculture; grouping – when the dependence of the efficiency of sugar and alcohol plants on the implementation of restructuring measures is established; deductive – in the theoretical understanding of the problem and clarification of certain concepts; inductive – in the collection, systematization and processing of information. The obtained results include a set of directions for the implementation of measures in the agro-industrial sector of Ukraine's economy focused on the production of biofuels in order to increase the competitiveness of production and reduce energy dependence. The potential of agrobiomass for biofuel production has been studied. Measures to modernize sugar and alcohol plants with a focus on the production of alternative energy sources are proposed. The necessity of using digestate as a means of increasing crop yields is substantiated. The expediency of creating biogas plants at livestock complexes has been determined. The economic feasibility of processing oilseeds for biodiesel and meal to provide agricultural

formations with biodiesel and highly concentrated feed for the livestock industry is practical. The developed directions of development of biofuel production can become a supplement to the current Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2035 "Security, energy efficiency, competitiveness".

Keywords: biofuel, biodiesel, bioethanol, biogas, digestate, crop rotation, strategy, energy independence, energy crops.

Постановка проблеми. На сьогодні в умовах російського вторгнення та відмови від імпорту енергоносіїв з Білорусії та РФ пошук шляхів забезпечення української економіки альтернативними джерелами енергетичних ресурсів є необхідним в короткостроковій перспективі. Найбільш швидким рішенням є використання наявного потенціалу АПК для виробництва енергоносіїв з біомаси та продукції переробної промисловості. Адже розвиток власного видобутку природних ресурсів є більш затратним та потребує порівняно довгих термінів реалізації. Використання прогресивних технологій вирощування та переробки агробіомаси на альтернативні джерела енергії можливо досягти в короткостроковій перспективі і значно наростити виробництва біогазу та твердого біопалива протягом 2022 року. Одночасно це дасть поштовх для створення робочих місць в сільській місцевості та заощадить валютні резерви держави, котрі не потрібно буде витратити на купівлю високовартісних енергоносіїв. Розробка ефективної системи сівозмін та переробки агробіомаси на альтернативні джерела енергії є необхідною складовою забезпечення енергетичної безпеки України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам створення ефективної системи вирощування та переробки агробіомаси в сучасних умовах присвячені наукові праці Калетніка Г.М. [1], Гончарук І.В. [3; 8; 10], Фурман І.В. [12], Токарчук Д.М. [9], Дегодюка С.В. [5] та ін. Проте створення ефективної системи переробки та вирощування біомаси сьогодні потребує розробки відповідних напрямів розвитку виробництва біопалива з продукції АПК в умовах подорожчання енергоносіїв на світовому ринку та відмові від постачання вуглеводнів з країни-агресора є надзвичайно необхідним що зумовлює актуальність даного дослідження.

Виділення раніше не вирішених частин загальної проблеми. Нами розроблено та обґрунтовано напрями розвитку вирощування та переробки агробіомаси з метою забезпечення паливно-мастильними матеріалами сільськогосподарських виробників та часткового забезпечення тепловодопостачання особистих селянських господарств. Сформовано напрями розвитку виробництва біогазу для

забезпечення розвитку переробних підприємств АПК. Досліджено можливості виробництва біоенергії з урахуванням змін новітніх технологій та сівозмін. Аргументовано необхідність створення на приватизованих спиртових заводах виробництва біоетанолу.

Формування цілей статті. Метою статті є розробка напрямів виробництва та переробки продукції агропромислового комплексу на біопаливо з метою підвищення енергетичної незалежності України та зменшення екологічного впливу на зовнішнє середовище.

Виклад основного матеріалу дослідження. На сьогодні Україна володіє значними площам земельних угідь проте потенціал їх особливо в сфері виробництва біопалива використовується в незначній мірі. В умовах часткового знищення інфраструктури та логістичних шляхів експорту сільськогосподарської продукції через військове вторгнення РФ необхідним є вирішення питань переробки продукції АПК в межах України. Особливу увагу в умовах подорожчання енергоносіїв слід звернути на налагодження виробництва біопалива.

Як зазначає Калетнік Г.М., загальний потенціал виробництва біоенергії з 10 млн га земельних угідь держави може становити понад 28,99 млн т. н.е. (табл. 1).

Без загрози продовольчій безпеці та експортному потенціалу держави можна близько 10 млн га земель сільськогосподарського призначення використовувати для вирощування енергетичних культур із подальшою їх переробкою на біопалива, задля забезпечення енергетичної незалежності агропромислового комплексу та України. Тобто потенційні можливості нашої країни з вирощування енергетичної біосировини та виробництва біопалива досить високі [1, с. 11].

Проте слід звернути увагу що на сьогодні використовується в незначній мірі потенціал відходів вирощування сільськогосподарських культур у вигляді соломи та відходів олійнопереробних підприємств, що значно може збільшити в короткостроковій перспективі виробництво твердого біопалива.

В умовах відмови від імпорту енергоносіїв з РФ сьогодні проводиться налагодження шляхів постачання з країн ЄС.

Таблиця 1

**Розрахунок виробництва біоенергії в Україні
з урахуванням змін новітніх технологій та сівозмін**

Культура	Площа вирощування	Урожайність, т/га	Вихід палива, з 1 т сировини	Вихід палива, з 1 т сировини*	Вихід палива, т.н.е. з 1 т сировини*	Вихід палива з 1 га, т.н.е.*	Вихід палива всього, млн т.н.е.
Біоетанол							
Цукрові буряки	1,5 млн га	60,0	100 л	0,079 т	0,051	3,06	4,59
Кукурудза	1,5 млн га	7,0	416 л	0,329 т	0,211	1,48	2,22
Пшениця	1,0 млн га	5,0	395 л	0,312 т	0,20	1	1
Біодизель							
Ріпак	2,0 млн га	2,5	420	0,36 т	0,31	0,78	1,56
Соя	1,0 млн га	2,2	200	0,17т	0,15	0,33	0,33
Біогаз							
Силосна кукурудза	2,0 млн га	40	180 м ³	-	0,15	6	12
Жом цукрових буряків	Площа вирощування цукрових буряків (1,5 млн га)	19	120 м ³	-	0,08	1,52	2,28
Тверде біопаливо							
Енергетична тополя, енергетична верба	0,5 млн га	14 сух. реч.	-	-	0,43	6,02	3,01
Міскантус, світчграс	0,5 млн га	10 сух. реч.	-	-	0,4	4,0	2,0
Загальний потенціал виробництва біоенергії з 10 млн. га, млн.т.н.е.							28,99

1 л біоетанолу – 0,79 кг

1 л біодизелю – 0,86 кг

1 т біоетанолу – 0,64 т.н.е.

1 т біодизеля – 0,86 т.н.е.

1 тис. м³ біогазу – 0,812 т.н.е.

Джерело: [1, с. 12]

Таблиця 2

Використання і запаси паливних продуктів в Україні в 2021 р.

	Використано за 2021		Залишки на 01.01.2022
Вугілля кам'яне	тис. тонн	39164,5	1394,8
Газ природний	млн м ³	28740,2	13517,3
Бензин моторний	тис. тонн	374,7	132,7
Газойлі	тис. тонн	4188,2	330,0
Мазути топкові	тис. тонн	187,3	78,8
Пропан і бутан скраплені	тис. тонн	252,1	19,3

Джерело: сформовано автором на основі [2]

Проте закупівля природних газу та газойлів в умовах зростання цін на ринку ЄС є досить дороговартісною тому необхідним є розробка напрямів вдосконалення вирощування та виробництва агробіомаси на біопаливо в тому числі біогазу та біодизеля.

За даними Міністерства фінансів України станом на початок 2022 року були сформовані досить значні запаси паливних ресурсів (табл. 2).

На сьогодні на базі науково-виробничих потужностей ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» науково-виробничої лабораторії по орієнтованій на вдосконалення вирощування агробіомаси та наданню послуг з переробки енергокультур на біодизель та створення прототипів установок для виробництва біогазу особистими селянськими господарствами. Наявна лабораторія сьогодні проходить процес модернізації, включивши у виробничий цикл обладнання для переробки енергетичних культур на олію та макухи, вдосконалення технологій вирощування відповідних культур та розробки прототипів малих біогазових установок. Розроблений та обрхований ланцюг переробки сої на жмих та біодизель представлено на рис. 1.

Згідно обрахунків вартість сої закладено на рівні ринкової ціни в 2022 році – 17600 грн/т, транспортні витрати закладаються в розмірі 30 грн/т км, вартість переробки становитиме 800 грн/т. Загальні виробничі витрати становитимуть 21156 грн. Плановий вихід біодизеля складатиме 200 літрів на виробництво якого додатково буде вкладено 1756 грн. Вартість реалізації побічної продукції становитиме 14400 грн. Собівартість 1 літри біодизеля становитиме 33,78 грн/кг.

Дана лабораторія орієнтована на переробку олійних культур для потреб сільськогосподарських підприємств, які входять в ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». Це дає можливість знизити собівартість виробництва продукції на дослідних господарствах консорціуму, а також наочно продемонструвати потенційним клієнтам, якими можуть стати як малі, так і великі сільськогосподарські підприємства для аргументації переваг переробки олійних культур на біодизель та макуху.

Використання науково-практичного досвіду Вінницького національного аграрного університету у сфері виробництва біодизеля

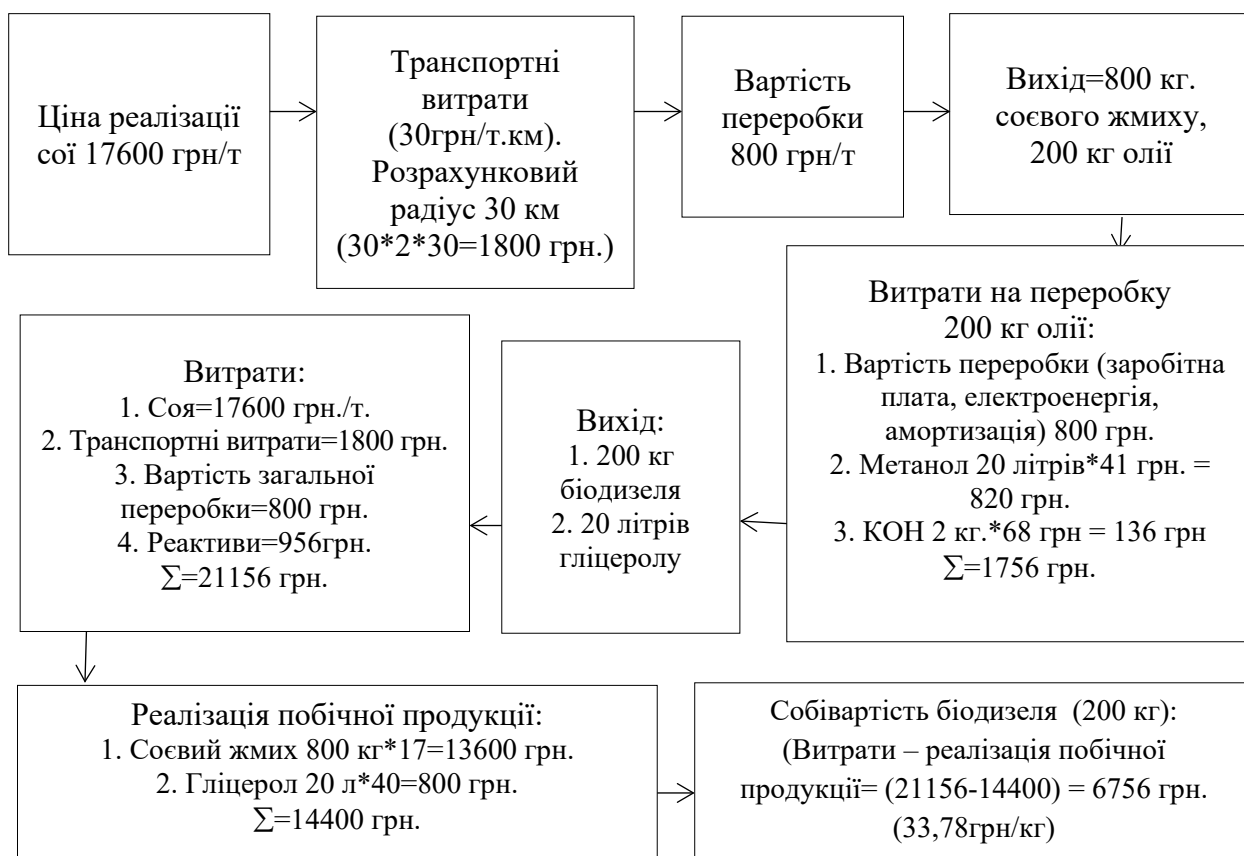


Рис. 1. Розрахунок економічної доцільності переробки сої на біодизель

Джерело: власна розробка

планується використовувати для розробки проєктно-кошторисної документації із створення прототипів виробництв орієнтованих на виробництва біопалива. Відповідний прототип виробництва використати для проведення наочних демонстрацій ефективності даного виду переробки олійних культур для потенційних учасників кооперативів та інвесторів.

Основними перешкодами для розвитку виробництва біопалива на думку Гончарук І.В. є наступні:

- здебільшого господарствам економічно не вигідно виробляти біопаливо, перевага надається експорту сировини;
- відсутність фінансових стимулів для реалізації біоенергетичних проєктів;
- високий рівень ризиків для потенційних інвесторів;
- дефіцит власних коштів українських компаній, їх низька фінансова спроможність і висока вартість банківського кредитування;
- недостатнє фінансування наукових досліджень та впровадження нових технологій [3, с. 128].

Створення відповідного організаційно-економічного механізму з переробки продукції АПК потребує вирішення ряду завдань, які дадуть змогу подолати вищевикладені перешкоди для розвитку даного виду діяльності:

Поглиблені дослідження у сфері створення закритого циклу з переробки олійних культур на базі ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» спрямовані на:

1. Економічне обґрунтування на основі проведених експериментальних досліджень доцільності створення переробних виробництв орієнтованих на виробництва біопалива з агробіомаси:

2. Розробці проєктно-кошторисної документації з організації переробки олії різних культур на біодизель.

3. Розробки напрямів вдосконалення державної програми розвитку обслуговуючих кооперативів з передбаченням державного дотування виробництва біопалива.

Організаційно-економічний механізм розвитку підприємств переробної промисловості АПК з виробництва біодизеля має в себе включати заходи розробки проєктно-конструкторської документації прототипу закритого циклу з переробки олійних культур на біодизель а барди та інших відходів на біогаз. Створенню універсального бізнес-плану з функціонуванні переробних виробництв з надання послуг з виробництва біодизеля для виробничих потреб сільськогосподарських формувань.

Розробці рекомендацій щодо вдосконалення програм державної підтримки енергокооперативів. Розробки комплексу заходів орієнтованого на виробництва біопалива з біомаси.

Одним з нових напрямків розвитку переробки в АПК має стати розвиток енергокооперації на селі з метою переробки соломи та інших органічних решток для забезпечення сільського населення паливом для обігріву житлових будинків.

Згідно із відкритими даними, рівень надмірного виробництва соломи в Україні, яку можна використовувати в енергетиці, досягає понад 32 млн. т, що в енергетичному еквіваленті становить понад 16 млн. т. кам'яного вугілля. Ці статистичні дані доводять, що енергетичне використання соломи може стати стратегічним елементом підвищення енергетичної незалежності економіки України.

Енергетичне використання надмірного виробництва соломи призвело б до зниження імпорту природного газу на 12 млрд м³ газу в рік. Можливе заощадження коштів у масштабах України могло б становити 4 млрд доларів США в рік. До того ж, упровадження діяльності, пов'язаної з виробництвом теплової енергії із соломи, дає можливість використовувати робочу силу, яка зосереджена неподалік від сировинних джерел, що в результаті може сприяти підвищенню рівня життя серед мешканців сільських територій. Варто наголосити, що заходи, пов'язані з енергетичним використанням соломи, підтримуються коштами, які Європейський Союз виділяє на охорону навколишнього середовища, охорону повітря, а також створення нових професій у рамках програм розвитку [4].

В Україні вже на сьогодні функціонують аналогічні підприємства. Блоково-модульні котельні установки – найважливіший напрям виробництва окремих підприємств. Повністю автоматизовані водогрійні котельні установки теплопродуктивністю від 0,25 до 12,6 МВт проєктуються на технологічній основі водогрійних котлів.

Єдиний ресурс, який використовують майже повністю – це лушпиння соняшнику на олійнопереробних підприємствах. Усі переробні підприємства з виробництва соняшникової олії за рахунок спалювання лушпиння частково забезпечують себе тепловою енергією, а для прикладу ПрАТ «Вінницький олійножировий комбінат» на даний час реалізує проєкт з створення власної ТЕЦ з метою виробництва електроенергії і її подальшого продажу загальну мережу. На сьогодні луш-

пиння гранулюється або брикетується на даному підприємстві та реалізується на експорт (додатковий дохід від такого експорту в цілому по Україні – до 20 млн доларів на рік).

Наближений вихід соломи при вирощуванні окремих видів зернових культур розраховував С. Дегодюк (табл. 3).

Таблиця 3

**Вихід соломи
та інших післяжнивних решток**

Культура	Коефіцієнт перерахунку на солом
Пшениця озима та яра	1,6
Жито озиме та яре	2,0
Ячмінь озимий та ярий	1,3
Овес	1,5
Кукурудза на зерно	1,6
Просо	1,5
Гречка	3,0
Рис	2,0
Соняшник	2,0
Ріпак	2,0
Соя	1,5

Джерело: сформовано на основі даних [5]

Відповідно до статистичних даних площі сільськогосподарських культур в Україні становлять понад 28 млн. га (табл. 4). З них понад 8 млн. га обробляються господарствами населення, що дає можливість констатувати факт наявності в особистих селянських господарств відповідної ресурсної бази для виробництва твердого біопалива (солома, лушпиння соняшнику та кукурудзи та ін.).

Енергетичне використання соломи становить менше одного відсотка, а щодо відходів кукурудзи і соняшнику (крім лушпиння), то відповідне використання сьогодні є незначним. Таким чином, в енергозалежній Україні не використовується паливний ресурс орієнтованою вартістю 3-4 млрд. доларів США.

Станом на 2022 рік значна кількість населених пунктів особливо в сільській місцевості є негазифікованими сіл. Вартість газифікації значна і для деяких сільських громад непосильна, тому доцільним є пошук альтернативних джерел обігріву. Створення переробних підприємств із виробництва пелет з відходів сільського господарства може стати вирішенням для даних населених пунктів проблеми забезпечення теплом.

Відходи АПК особливо в сільській місцевості наявні в досить великих обсягах, але

вона не зручна для спалювання в пічках і котлах у негазифікованих населених пунктах. Створення кооперативних формувань з переробки соломи в пелети може стати одним з напрямків вирішення цієї проблеми.

Вартість однієї лінії з виробництва пелет на даний час становить 1,07 млн грн. На балансі більшості сільських рад перебувають незатребувані приміщення, в яких можна розмістити такі лінії, тобто сама лінія за підтримки громад сіл коштуватиме не більше 1,2 млн грн. Підвезення сировини можна здійснювати транспортом сільськогосподарських підприємств, що функціонують в межах сіл і будуть виступати постачальниками сировини, що дозволить мінімізувати вартість сировини [7, с. 110].

Ринкова вартість пелет із соломи на сьогодні коливається в межах 6 тис. грн/т, при створенні кооперативу його члени зможуть отримувати таке паливо за ціною 2-3 тис. грн за 1 т із мінімальними витратами на доставку. Адаже лінії з виробництва пелет будуть розміщуватися у самих селах. Тобто одне домогосподарство, яке вкладе в створення кооперативу близько 5-7 тис. грн може розраховувати на екологічно чисте тверде паливо за ціною максимум 3 тис. грн за 1 т з доставкою.

Проведені дослідження у сфері спалювання сухої соломи довели, що її енергетична ефективність/енергетична цінність від спалювання становить 15 мегаджоулів на 1 кг, тоді як енергетична цінність від спалювання вугілля формується на рівні 25-27 мегаджоулів на 1 кг. У середньому 2 кг соломи дорівнює приблизно 1 кг вугілля за енергоємністю. Солома являє собою джерело теплової енергії, технологія отримання якої вже добре опрацьована, як і технологія використання для спалювання палива, вугілля, дерева, брикету тощо. Отже, 2 т соломи за енергетичною цінністю дорівнюють 1 т вугілля, проте 1 т вугілля нині коштує від 7 тис. грн [7, с. 110].

Для ефективнішого спалювання солом'яних пелет домогосподарства у сільській місцевості можуть перейти на опалення більш сучасними твердопаливними котлами, ціна на які коливається в межах 25-30 тис. грн., що дорожче, ніж газові, але не потребують додаткових вкладень на підключення до газових мереж та повною мірою зможуть напівавтоматично працювати на твердопаливних брикетах.

Окрім того особисті селянські господарства можуть частково або ж повністю забезпечувати власні потреби в паливі для обігріву за рахунок самостійної переробки соломи та інших решток від власного сільськогосподарського виробництва. На сьогодні окрім напівавтоматичних

Таблиця 4

Посівні площі культур сільськогосподарських під урожай 2021 року, тис. га

	Господарства усіх категорій		Підприємства		Господарства населення	
	2021	2021 у % 2020	2021	2021 у % 2020	2021	2021 у % 2020
Культури сільськогосподарські	28387,5	100,9	20010,9	101,5	8376,6	99,5
Культури зернові та зернобобові	15943,9	103,6	11740,5	104,4	4203,4	101,5
пшениця	7099,6	107,6	5432,0	108,8	1667,6	103,9
пшениця озима	6907,5	107,5	5297,2	108,5	1610,3	104,2
пшениця яра	192,1	115,1	134,8	125,3	57,3	96,6
кукурудза на зерно	5474,8	100,8	4390,9	100,9	1083,9	100,5
ячмінь	2474,5	103,3	1324,6	106,0	1149,9	100,4
ячмінь озимий	1137,5	111,0	880,8	114,6	256,7	100,2
ячмінь ярий	1337,0	97,6	443,8	92,3	893,2	100,4
жито	175,3	126,9	119,8	145,2	55,5	99,8
жито озиме	174,2	127,1	119,3	145,0	54,9	100,2
жито яре	1,1	101,1	0,5	198,0	0,6	71,6
тритикале	10,4	99,6	10,4	99,6	–	–
тритикале озиме	9,7	101,9	9,7	101,9	–	–
тритикале яре	0,7	75,6	0,7	75,6	–	–
овес	177,9	89,1	55,2	79,2	122,7	94,4
гречка	84,0	100,0	46,5	100,2	37,5	99,8
сорго	42,8	87,5	32,4	83,5	10,4	102,6
просо	78,1	49,1	55,6	41,8	22,5	86,1
рис	9,9	88,3	9,9	88,3	–	–
культури зернобобові	314,6	99,7	261,4	99,5	53,2	100,8
квасоля	48,3	99,4	14,6	99,6	33,7	99,3
горох	242,1	101,3	224,4	101,0	17,7	104,4
вика	2,7	79,2	2,1	75,1	0,6	98,6
люпин солодкий	3,5	70,5	3,3	69,8	0,2	85,4
Культури технічні	9106,6	98,7	7782,7	98,5	1323,9	100,4
Соя	1280,3	94,8	1096,9	94,0	183,4	99,7
Ріпак озимий та кольза (ріпак ярий)	1009,5	89,6	996,3	89,5	13,2	96,0
ріпак озимий	975,9	89,1	963,3	89,0	12,6	96,0
кольза (ріпак ярий)	33,6	107,7	33,0	107,9	0,6	95,5
Соняшник	6509,7	100,8	5404,5	100,8	1105,2	100,6

Джерело: сформовано на основі даних [6]

пресів для виробництва пелет вартість яких коливається від 12 тис. грн до 30 тис. грн присутні пропозиції на ринку ручні преси вартістю 1,5-2,5 тис. грн за одиницю. За допомогою яких можна в домашніх умовах виробляти твердопаливні брикети з соломи зернових та зернобобових культур та опалого листя.

Окрім виробництва біодизеля та твердопаливних брикетів необхідним є розвиток виробництва біогазу особливо це доцільно для цукрових та спиртових заводів.

Гончарук І.В. обґрунтовано актуальність та потенціал запровадження технології безвідходного виробництва, запровадження яких значно зменшить собівартість продукції та підвищить показник рентабельності, стимулюватиме розвиток автономного підприємства, покращуватиме стан екологічної та енергетичної безпеки країни. Також встановлено, що переробка органічних відходів від виробництва та споживання у біогазовій установці є економічно і екологічно оптимальним

рішенням. При цьому утворені внаслідок утилізації відходів продукти (біогаз, біодобрива) сприяють розв'язанню проблеми задоволення потреби у певних категоріях матеріальних ресурсів, а саме енергоресурсами та добривами, які сприятимуть збільшенню обсягів виробництва при умові зменшення обсягів використання природних ресурсів [8, с. 144].

Як зазначає Гончарук І.В. є економічно виробництву біогазу із відходів сільського господарства, зокрема, відходів тваринництва. Встановлено, що для забезпечення енергетичної незалежності підприємств та можливості використання біогазу в паливних системах транспорту або передачі в газотранспортні системи, необхідно провести так звану його модернізацію, або максимально повну очистку від домішок (сірководню та вуглекислого газу). Вміст метану необхідно довести до рівня природного газу (95-99%), після цього отриманий газ може бути передано в загальну газорозподільну мережу, що сприятиме досягнення енергетичної та екологічної безпеки галузі [8, с. 145].

Ефективність виробництва біогазу з відходів тваринництва представлена на основі практичного функціонування біогазового комплексу (ТОВ «Органік Д») як допоміжного виробництва на тваринницьких фермах з потужністю в 1000 тон дає можливість отримати прибуток на рівні 1,9 млн грн для свинокомплексів та 1,6 млн грн для молочно-тваринницьких ферм (табл. 5). Орієнтовна собівартість виробництва 1 тис м³ біогазу становить 13,2 тис. грн та 11 тис. грн за 1 тис. м³ відповідно. В процесі очищення біогазу від СО₂ (вміст біометану в біогазі становить приблизно 60%) та реалізації його в газотранспортну систему України ціні яка станом на початок 2022 року становила для промислових підприємств 54 тис. грн/м³.

На сьогодні в правовому полі прийнято Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні види палива» щодо розвитку виробництва біометану»

№ 5464 від 05.05.2021 р. Закон вирішив дві основні задачі:

1. Вводить у законодавче поле України визначення терміну «біометан» – це біогаз, що за своїми фізико-технічними характеристиками відповідає нормативно-правовим актам на природний газ для подачі до газотранспортної та газорозподільної системи або для використання в якості моторного палива;

2. Створює «Реєстр біометану» – електронну систему облікових записів, призначену для реєстрації поданого до газотранспортної або газорозподільної системи та відібраного з газотранспортної або газорозподільної системи обсягу біометану, а також для формування гарантій походження біометану, їх передачі, розподілу або анулювання та надання сертифікатів походження біометану [11].

На думку Фурман І.В., реалізація програми «Дорожня карта розвитку біоенергетики в Україні до 2050 року і План дій до 2025 року» має бути доповнена наступними заходами щодо державного стимулювання власників та орендарів земельних ділянок до застосування технологій виробництва біопалив:

– пільгове кредитування для закупівлі обладнання для виробництва біопалив;

– надання права першочергової оренди державних земель сільськогосподарського призначення для підприємств та фермерів, орієнтованих на виробництво біопалив;

– надання державних дотацій для поглиблених наукових досліджень у сфері виробництва біопалив науково-дослідним установам [12, с. 64].

Досить необхідним на даний час є модернізація цукрових заводів орієнтованих на виробництво біогазу з подальшою поглибленою модернізацією на створення спиртових виробництв (рис. 2).

Створення своєрідного виробничого кластеру на базі цукрових в складі безпосередньо цукрового заводу, біогазового заводу, теплоелектростанції та спиртового заводу дасть можливість:

Таблиця 5

Ефективність виробництва біогазу з гною великої рогатої худоби та свиней

Вид сировини	Об'єм переробки, т	Вихід біогазу з 1 т сировини, м ³	Валовий вихід біогазу, тис. м ³	Собівартість одержаного біогазу, 1 тис. м ³ тис. грн	Валовий прибуток, тис. грн	Чистий прибуток, тис. грн
Гній свиней	1000	60	60	13,2	1944	1115,2
Гній ВРХ	1000	50	50	11	1620	1070,0

Джерело: власні дослідження на основі [9; 10]

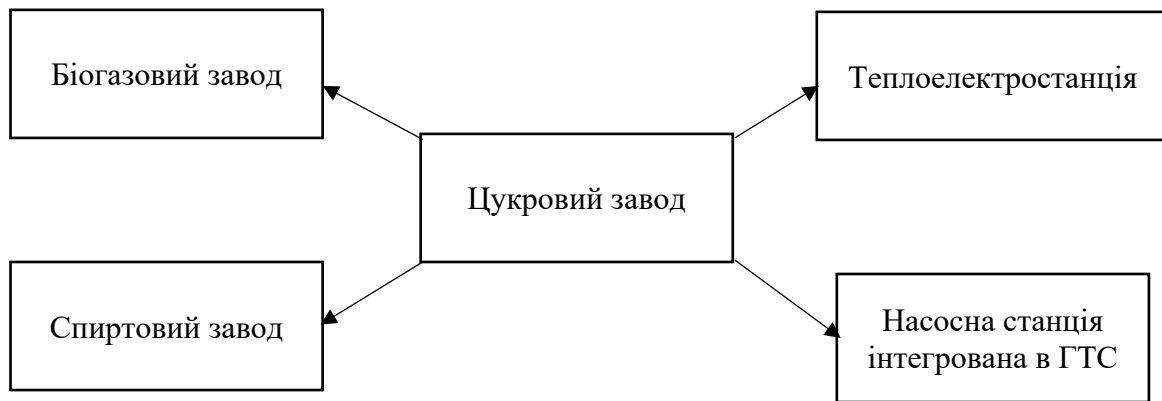


Рис. 2. Принципова схема створення виробничого кластеру на базі цукрового заводу

Джерело: власна розробка

– зменшити собівартість виробництва цукру адже за рахунок використання власного біогазу можна відмовитися від дорогого природного газу;

– здійснювати переробку відходів цукрового заводу (меляса та жом) та спиртового (барда) на біогаз та окремих відходів продукції рослинництва (солома, лушпиння та ін.);

– зменшити собівартість виробництва спирту за рахунок використання надлишків теплової енергії від власної теплоелектростанції (ТЕЦ);

– мінімізувати забруднення стічними водами від спиртового та цукрового виробництва навколишнього середовища.

– забезпечити сільськогосподарські підприємства високоякісним органічним добривом – дигестатом (використання якого дасть можливість підвищити врожайність сільськогосподарських культур в тому числі цукрового буряка та соняшнику).

Доцільним є частково переорієнтація приватизованих спиртових заводів на виробництво біоетанолу на який в умовах подорожчання бензину та вимог законодавства яким передбачено обов'язкове додавання в бензин біоетанолу є достатньо вигідним інвестиційним проектом для нових власників приватизованих виробництв.

Ведення в дію на підприємствах спиртової промисловості АПК біогазових установок є нагальним питанням для стратегічного розвитку регіонів. Запропоновані заходи дадуть можливість:

1. Підвищити прибутковість підприємств спиртової промисловості.

2. Збільшення доходів до державного бюджету від підприємств державних підприємств галузі.

3. Зростання обсягу інвестицій в галузь.

4. Підвищити показник валового регіонального продукту та рентабельність галузі в цілому [13, с. 38].

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

1. Підвищити енергетичну незалежність регіонів.

2. Знизити витрати спиртових заводів на енергоносії.

3. Покращити екологічний стан водних ресурсів областей.

4. Знизити обсяг викидів парникових газів.

5. Забезпечити тваринницьку галузь білковими кормами.

Основним стримуючим фактором для розвитку біогазового виробництва на спиртзаводах було насамперед небажання керівників та держави удосконалювати виробництво. Шляхом державного стимулювання розвитку альтернативної енергетики та збільшення штрафних санкцій за викиди відходів спиртової галузі можливо стимулювати даний процес [13, с. 38].

Отже, основними напрямками орієнтованими на вдосконалення виробництва та переробки продукції АПК на біопаливо мають стати:

– дотримання раціональних сівозмін при вирощуванні сільськогосподарських культур;

– створення малих та середніх переробних підприємств орієнтованих на надання послуг з переробки олійних культур на біодизель та жмих з метою забезпечення висококонцентрованими кормами галузь тваринництва;

– створення державних програм підтримки розвитку виробництва твердого біопалива в особистих селянських господарствах шляхом компенсації купівлі грануляторів рослинних решток (солома, лушпиння та ін.) продуктивність 50-100 кг на годину;

– проведення модернізації цукрових заводів шляхом створення виробничих кластерів продукцією яких буде – цукор, біогаз, біоетанол, електроенергія та дигестат;

– створення біогазових виробництв на базі тваринницьких комплексів в якості підсобних виробництв орієнтованих на виробництва електроенергії або ж продажу очищеного біогазу достану біометану з подальшою реалізацією в газотранспортну систему;

– застосування дигестату для підвищення урожайності сільськогосподарських культур як напряму вдосконалення виробництва агробіомаси для подальшої переробки;

– переорієнтація приватизованих спиртових заводів на виробництво біоетанолу.

Висновки із цього дослідження і подальші перспективи в цьому напрямку. Проведені дослідження підтверджують важливість питання розробки напрямів вдосконалення виробництва та переробки продукції АПК на біопаливо. Проведення широкомасштабної модернізації цукрових заводів шляхом створення комплексів з виробництва біогазу, електроенергії біоетанолу та дигестату дасть можливість в середньостроковій перспективі зменшити енергонезалежність економіки

України від імпорту енергоносіїв та створити додаткові робочі місця в АПК. Використання дигестату в сільському господарстві забезпечить підвищення врожайності сільськогосподарських культур та зменшить собівартість їх виробництва за рахунок нижчої вартості даного добрива в порівнянні з азотними добривами. Стимулювання виробництва твердого біопалива через державні дотації особистим селянським господарствам на компенсацію вартості обладнання забезпечить в короткостроковій перспективі зниження споживання природного газу населенням. Перспективним для подальших досліджень є визначення потенціалу модернізації для існуючих цукрових та спиртових заводів орієнтованого на створення запропонованих комплексів. Доцільним є визначення шляхів інвестування відповідної модернізації та визначення комплексу заходів орієнтованих на виробництво енергетичних культур. Реалізація запропонованих заходів дасть можливість значно підвищити рівень конкурентоспроможності продукції АПК та може слугувати доповненням до Енергетичну стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Калетнік Г.М., Гончарук І.В. Економічні розрахунки потенціалу виробництва відновлювальної біоенергії у формуванні енергетичної незалежності агропромислового комплексу. *Економіка АПК*. 2020. № 9. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202009006>
2. Використання паливних продуктів. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/energy/2021/> (дата звернення: 20.02.2022).
3. Гончарук І.В. Розвиток підприємницької діяльності у виробництві біопалива: теоретичний аспект. *Економіка АПК*. 2013. № 6. С. 126–129.
4. Польська фірма пропонує використання соломи в якості джерела енергії. URL: <http://www.biowatt.com.ua/novosti/polska-firma-proponuye-vikoristannya-solomi-v-yakosti-dzherela-energiyi/> (дата звернення: 20.02.2022).
5. Дегодюк С., Дегодюк Е., Літвінова О., Кириченко А. Стратегія застосування солоних решток для удобрення та енергетичних потреб в Україні. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2013. № 17(1). С. 205–211.
6. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.02.2022).
7. Гончарук Я.В. Перспективи розвитку енергозабезпечуючих кооперативів на селі. *Економіка АПК*. 2019. № 11. С. 105–114.
8. Honcharuk I.V., Vovk V.Yu. Waste-free technology's for the production of biofuels from agricultural waste as a component of energy security of enterprises. *Development of scientific, technological and innovation space in Ukraine and EU countries* : collective monograph. Riga, Latvia : Publishing House "Baltija Publishing", 2021. P. 142–165. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-151-0-37>
9. Пришляк Н.В., Токарчук Д.М., Паламаренко Я.В. Рекомендації з вибору оптимальної сировини для виробництва біогазу на основі експериментальних даних щодо енергетичної цінності відходів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. № 24. С. 58–66. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.24.58>
10. Гончарук І.В., Вовк В.Ю. Понятійний апарат категорії сільськогосподарські відходи, їх класифікація та перспективи подальшого використання для виробництва біоенергії. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 3(53). С. 23–38. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2020-3-2>

11. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про альтернативні види палива» щодо розвитку виробництва біометану» № 5464 від 05.05.2021 р. URL: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=71839 (дата звернення: 20.02.2022).
12. Фурман І.В., Ратушняк Н.О. Перспективи виробництва біопалив в умовах реформування земельних відносин. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2021. № 3(57). С. 53–68. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2021-3-4>
13. Мазур К.В., Гонтарук Я.В. Тенденції та умови ефективного функціонування сировинної бази підприємств АПК. *The scientific heritage*. 2020. № 49. Р. 5. Р. 29–39.

REFERENCES:

1. Kaletnik G.M., Honcharuk I.V. (2020) Ekonomichni rozrakhunky potentsialu vyrobnytstva vidnovliualnoi bioenerhii u formuvanni enerhetychnoi nezalezhnosti ahropromyslovoho kompleksu [Economic calculations of the potential of renewable bioenergy production in the formation of energy independence of the agro-industrial complex]. *Ekonomika APK*, 9, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202009006> (in Ukrainian)
2. Vykorystannia palyvnykh produktiv [Use of fuel products]. Retrieved from: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/energy/2021/> (in Ukrainian)
3. Honcharuk I.V. (2013) Rozvytok pidpriemnytskoi diialnosti u vyrobnytstvi biopalyva: teoretychnyi aspekt [Development of entrepreneurial activity in biofuel production: theoretical aspect]. *Ekonomika APK*, 6, 126–129. (in Ukrainian)
4. Polska firma proponuje vykorystannia solomy v yakosti dzherela enerhii [The Polish firm proposes to use straw as an energy source]. (n.d.). Biowatt. Retrieved from: <http://www.biowatt.com.ua/novosti/polska-firma-proponuyevikorystannya-solomi-v-yakosti-dzherela-energiyi> (in Ukrainian)
5. Dehodiuk, S., Dehodiuk, E., Litvinova, O., & Kyrychenko, A. (2013) Stratehiia zastosuvannia solomystykh reshtok dlia udobrennia ta enerhetychnykh potreb v Ukraini [Strategy for the use of straw residues for fertilizers and energy needs in Ukraine]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu*, 17(1), 205–211. (in Ukrainian)
6. Ofitsiyniy sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [The State Statistics Service of Ukraine]. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian)
7. Hontaruk Ya.V. (2019) Perspektyvy rozvytku enerhozabezpechuiuchykh kooperatyviv na seli [Prospects for the development of energy supply cooperatives in rural areas]. *Ekonomika APK – Economics of agro-industrial complex*, 11, 105–114. (in Ukrainian)
8. Honcharuk I.V., Vovk V.Yu. (2021) Waste-free technology's for the production of biofuels from agricultural waste as a component of energy security of enterprises. *Development of scientific, technological and innovation space in Ukraine and EU countries: collective monograph*. Riga, Latvia: Publishing House "Baltija Publishing", pp. 142–165. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-151-0-37>
9. Pryshlyak N.V., Tokarchuk D.M., Palamarenko Ya.V. (2020) Rekomendatsiyi z vyboru optymal'noyi syrovyny dlya vyrobnytstva biohazu na osnovi eksperymental'nykh danykh shchodo enerhetychnoyi tsinnosti vidkhodiv [Recommendations for the selection of optimal raw materials for biogas production based on experimental data on the energy value of waste]. *Investytsiyi: praktyka ta dosvid*, 24, 58–66. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.24.58> (in Ukrainian)
10. Honcharuk I.V., Vovk V.Yu. (2020) Ponyatiynyy aparat katehoriyi sil's'kohospodars'ki vidkhody, yikh klasyfikatsiya ta perspektyvy podal'shoho vykorystannya dlya vyrobnytstva bioenerhiyi [Conceptual apparatus of the category of agricultural waste, their classification and prospects for further use for bioenergy production]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktual'ni pytannya nauky i praktyky*, 3(53), 23–38. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2020-3-2> (in Ukrainian)
11. Zakon Ukrainy «Pro vnesennya zmin do Zakonu Ukrainy «Pro al'ternatyvni vydy palyva» shchodo rozvytku vyrobnytstva biometanu» № 5464 vid 05.05.2021 r. [Law of Ukraine "On Amendments to the Law of Ukraine "On Alternative Fuels "for the Development of Biomethane Production" No. 5464 of 05.05.2021]. Retrieved from: http://w1.ts1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webprots4_1?pf3511=71839
12. Furman I.V., Ratushnyak N.O. (2021) Perspektyvy vyrobnytstva biopalyv v umovakh reformuvannya zemel'nykh vidnosyn [Prospects for the production of biofuels in terms of reforming land relations]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktual'ni pytannya nauky i praktyky*, 3(57), 53–68. DOI: <https://doi.org/10.37128/2411-4413-2021-3-4>
13. Mazur K.V., Hontaruk Y.V. (2020) Tendenciyi ta umovy efektyvnogo funkcionuvannya syrovynnoyi bazy pidpriyemstv APK [Trends and conditions of effective functioning of the raw material base of agro-industrial enterprises]. *The scientific heritage*, no. 49, p. 5, pp. 29–39.