

## АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАЛИВА

*С. О. Водоп'янов, студент, serhiivodopianov21@gmail.com*

*Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Галушко І. А.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Енергозабезпечення є основною проблемою розвитку сучасного технологічного суспільства. В даний час ставиться питання про глобальну енергетичну безпеку і проведенні антикризової енергетичної політики. Істотну і дедалі зростаючу роль у світовій енергетиці грають поновлювані джерела енергії. Принциповим стимулом до розвитку біопаливної індустрії є екологічні переваги використання біопалива.*

*Ключові слова: енергозабезпечення, енергетична безпека, енергетична політика, біопаливна індустрія, альтернативне джерело енергії.*

**Постановка проблеми.** За останні роки 21 століття в світі почався активний розвиток біотехнології, що дозволяють отримати енергію з відходів тваринництва без шкоди для екології. Перевагою біоенергетичного палива є, перш за все, екологічна безпека та економічне зростання в галузі енергетики. В рамках глобальної ініціативи захисту навколишнього середовища по викиду шкідливих речовин, органічних відходів та газів вирішують проблему виробництва біоенергетичного палива, які сприяють перетворенню значних кількостей відходів в цінне джерело енергії.

В Україні існує достатня кількість сировини для використання її в біоенергетиці, це і сорти дерев, що швидко ростуть, спеціальні однорічні рослини. Цукро-та крохмалевмісні культури для переробки в етанол, і так само маслянисті культури для виробництва біодизеля. Польові культури які можуть бути придатними для виробництва біогазу.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Біоенергетичне паливо є перспективним етапом розвитку сучасного економічного та технологічного суспільства. Одним з перших хто звернув увагу на необхідність якісної зміни енергетики та розвитку альтернативних джерел енергії вказав лауреат Нобелівської премії академік Семенов Н.Н. В даний час ставиться питання про глобальну енергетичну безпеку і проведенні антикризової енергетичної політики. Велику роль у енергетичній політиці грають поновлювальні джерела енергії. Особливістю використання біоенергетичного палива є його екологічність та безпечність [1].

Одним з видів біоенергетичного палива є біогаз. Біогаз - горюча газова суміш, що отримується в результаті анаеробного мікробіологічного процесу (метанового бродіння) при розкладанні органічних субстанцій. [2].

Для України біоенергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, враховуючи високу залежність країни від імпортованих енергоносіїв, в першу чергу, природного газу, і великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. На жаль, темпи розвитку

біоенергетики в Україні досі істотно відстають від європейських. На сьогоднішній день частка біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні становить 1,78%. Щорічно в Україні для виробництва енергії використовується близько 2 млн. т у.п./рік біомаси різних видів. На деревину припадає найвищий відсоток використання економічно доцільного потенціалу – 80%, тоді як для інших видів біомаси (за винятком лушпиння соняшника) цей показник на порядок нижче. Найменш активно (на рівні 1%) реалізується енергетичний потенціал соломи зернових культур та ріпаку [3].

**Постановка завдання.** Світові економічні дослідження свідчать про загальну тенденцію до підвищення цін на енергоресурси. До того ж залежність України від постачання нафтопродуктів із країн Європи робить її уразливою щодо забезпечення паливом автотранспорту, сільськогосподарських та інших машин. Тому розширення площ для вирощування ріпаку та організація виробництва біодизельного пального із застосуванням новітніх світових технологій та обладнання є одним із пріоритетних стратегічних завдань держави в галузі енергетики [4].

**Теоретичне обґрунтування проведених досліджень.** Утилізація ТПВ у великих обсягах - досить складний процес. Найбільш економічно вигідним варіантом вирішення даного питання є застосування технології переробки харчових відходів з отриманням альтернативного джерела палива - біогазу, основними речовинами якого є метан (60-70%) і вуглекислий газ (30-40%). Ініціаторами для інтенсифікації процесу отримання біогазу з ТПВ використовують харчові відходи, що сприяє утилізації відходів харчових виробництв. Співвідношення кількості харчових відходів і ТПВ впливає на максимальний вихід біогазу[5].

Основні умови процесу зброджування метановими анаеробними бактеріями:

- рівень рН;
- склад відходів;
- доведення маси до однорідного стану;
- підтримка постійної температури (40-70 градусів Цельсія);
- регулярне перемішування біомаси за допомогою різних засобів;
- стимулюючі добавки [9].

Процес утворення біогазу можна розділити на кілька етапів. При цьому окремі етапи розкладання повинні бути оптимально адаптовані один до одного для забезпечення безперебійного ходу всього процесу.

На першому етапі, «гідроліз», складні сполуки вихідного матеріалу (вуглеводи, білки, жири) розщеплюються на більш прості органічні сполуки (амінокислоти, цукор, жирні кислоти). Для цього беруть участь в процесі гідролітичні бактерії, що виділяють ензими, які забезпечують біохімічне розкладання матеріалу [7].

Потім утворюються проміжні продукти на так званому «етапі підкислення» (кіслодогенез) під впливом ферментативних (окисляючих) бактерій піддаються подальшому розкладанню на нижчі жирні кислоти (оцтова, пропіонова і масляна кислота), а також вуглекислий газ і водень. Поряд з цим

також утворюються незначні кількості молочної кислоти і спиртів. Вид утворених на цьому етапі продуктів залежить від концентрації утвореного проміжного водню.

Занадто великий вміст водню з енергетичних причин перешкоджає перетворенню проміжних продуктів в ході кіслотогенеза. Внаслідок цього органічні кислоти, наприклад, пропіонова кислота, iso-масляная кислота, iso-валеріанова кислота та капронова кислота, збагачуються і уповільнюють утворення метану. Ацетогенні бактерії (водоутворюючі бактерії) з цієї причини повинні жити в тісному симбіозі з поглинаючими водень метаногенними археями, які в процесі утворення метану поряд з воднем використовують вуглекислий газ (міжвидова передача водню) і таким чином забезпечують прийнятні умови середовища для бактерій, що виділяють оцтову кислоту.

На наступному «етапі метаногенеза», останньому кроці утворення біогазу, строго анаеробні археї переробляють, перш за все, оцтову кислоту, а також водень і вуглекислий газ в метан. Гідрогенотрофні метаногени виробляють метан з водню і вуглекислого газу, а ацетатні метаногени, навпаки, шляхом розщеплення оцтової кислоти. В умовах, які переважно панують в сільськогосподарських біогазових установках, утворення метану при більш високих об'ємних навантаженнях відбувається переважно в ході водневих реакцій і тільки при відносно низьких об'ємних навантаженнях в ході реакцій з розкладання оцтової кислоти. Але дані, отримані в ході ферментації осадів стічних вод, про те, що метан на 70% утворюється в результаті розщеплення оцтової кислоти і тільки на 30% з водню, дійсні на сільськогосподарських біогазових установках тільки для високопродуктивних реакторів з дуже коротким часом перебування [8].

Одноступінчатий процес складається з чотирьох паралельних за часом фаз анаеробного розкладання. Але так як бактерії окремих етапів розкладання вимагають різних умов для свого життєвого простору (наприклад, показник рН, температура), для забезпечення технологічного процесу повинен бути знайдений компроміс. Так як метаногенні мікроорганізми внаслідок малої швидкості росту є найслабшою ланкою біоценозу, умови середовища повинні бути адаптовані до вимог метаноутворюючих бактерій. Спроба відокремити гідроліз і утворення кислоти від утворення метану за допомогою двох просторово розділених технологічних етапів (двоетапний процес) на практиці вдається тільки відносно, так як, не дивлячись на низький показник рН на етапі гідролізу (рН <6,5) все одно частково утворюється метан. Тому гідролізний газ, що утворився, поряд з вуглекислим газом і воднем містить метан, через що гідролізний газ потрібно піддавати переробці або обробці, щоб уникнути негативного впливу на навколишнє середовище і ризиків у сфері безпеки [6].

Лідерами з виробництва біогазу є країни Європейського союзу. Європейський ринок біогазових установок у 2012 році оцінювався в 2 млрд доларів США, згідно з прогнозами він повинен збільшитися до 25 млрд до 2020 року (зараз він становить 14%, частка опалювального за допомогою ВДЕ житла в загальному обсязі будівництва зросла за 4 роки з 5% до 26%). У європейських країнах 75% біогазу отримують з відходів сільськогосподарської галузі, 17% - з

органічних відходів приватних домогосподарств і підприємств, ще 8% - з відходів стічних вод (установки в каналізаційно-очисних спорудах) [10].

За кількістю діючих біогазових заводів перше місце займає Німеччина. Всього 7% виробленого підприємствами біогазу надходить в газопроводи, решта – використовується для власних потреб виробника.

По застосуванню біогазу лідирує Данія: цей вид палива забезпечує майже 20% енергоспоживання країни. Серед інших європейських країн з великими темпами виробництва біогазу можна виділити Великобританію, Швецію, Норвегію, Італію, Францію, Іспанію, Польщу і Україну.

В даний час до найбільш перспективних проектів відносять когенераційні електростанції, що працюють на базі Мікротурбінного обладнання [11]. Підвищений інтерес до подібного роду установкам викликаний їх унікальними технічними властивостями, одним з яких є їх можливість працювати без газопідготовки на різноманітних видах палива. Мікротурбінні обладнання, яке функціонує в когенераційному режимі, дозволяє підвищити на 20% ефективність використання палива і вдвічі знизити експлуатаційні витрати в порівнянні з газопоршневими пристроями.

Перспективною та економічно вигідною розробкою слід вважати отримання електрики з біологічного газу з використанням паливних елементів. В даному обладнанні відбувається пряме перетворення біогазу в електроенергію, що не вимагає його спалювання. Крім більш високої екологічної чистоти процесу досягається більш високий його ККД. Паливні елементи в даному технологічному процесі є прості осередки (своєрідні акумулятори), в яких йдуть хімічні реакції окислювача з горючими речовинами. Внаслідок цих реакцій виробляється електрика. Однак до кінця завдання ефективного використання біогазу в паливних елементах поки не дозволено. Це пов'язано з тим, що мембрани піддаються руйнуванню [12].

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У зв'язку з щорічним зростанням тарифів на електроенергію та екологічну ситуацію яка панує не тільки в Україні, але і в світі, біогазові проекти показують високу рентабельність і швидку окупність. Розвиток біотехнології, та отримання енергії з біогазу безпосередньо пов'язано з поліпшенням екологічної обстановки в країні. Тому українські вчені приділяють велику увагу розвитку даного напрямку. Реалізація комплексу заходів, пов'язаних з посиленням контролю над викидами та утилізацією відходів, сприяє збільшенню обсягів вироблення електроенергії з біологічного газу.

Розвиток індустрії біотехнологічної переробки сільськогосподарських відходів дозволяє вирішувати такі проблеми, як знезараження відходів тваринництва і рослинництва, отримання високоякісних добрив, виробництво паливного біогазу, біометана і електроенергії, забезпечення зайнятості населення при виробництві, будівництві та експлуатації біоустановок і біоенергетичних комплексів.

### Список використаних джерел

1. Гелетуха Г. Крамар В. Комплексний аналіз українського ринку пелет з біомаси. Київ. 2016. 334 с.
2. Український біопаливний портал. Режим доступу: <https://pelleta.com.ua/>
3. Стан біоенергетичного ринку, 2017. Режим доступу: [http://www.ppv.net.ua/uploads/work\\_attachments/Western\\_Ukrainian\\_Bioenergy\\_Market\\_Study\\_2017.pdf](http://www.ppv.net.ua/uploads/work_attachments/Western_Ukrainian_Bioenergy_Market_Study_2017.pdf)
4. Державна служба статистики України. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення: [практичний посібник]. Під загальною редакцією Р. Ю. Тормосова. К., 2015. 208 с.
6. Cabinet of Ministers of Ukraine (2017), Order "Energy Strategy of Ukraine for the Period up to 2035 "Safety, Energy Efficiency, Competitiveness", available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80> (Accessed 30 Nov 2018).
7. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 року № 605- р. Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>
8. Bauer, C. Korthals, M. Granauer, A. Leuhn, M. MeUianogens in biogas production from renewable resources – a novel molecular papulation analysis approach. *WaterSci. Tech.* 2008. №7. S. 1433-1439.
9. Demirel, B. Neumann, L. Scherer, P. Microbial community dynamics of a continuous mesophilic anaerobic biogas digester fed with sugar beet silage. *Eng. Life Sci.* 2006. №4. S. 390- 398.
10. Кириленко І.Г., Дем'янчук В.В., Андрющенко Б.В. Формування ринку українського біопалива: передумови, перспективи, стратегія. *Економіка АПК.* 2010. № 4. С. 62-67
11. Котлер Ф., Келлер К. Маркетинг менеджмент. Экспресс-курс. 3-е издание. СПб., 2010. 480 с.
12. Бунецький В. А., Калініченко В. М. Перспективи створення територіальних енергетичних комплексів. *Біоенергетика/Bioenergy.* 2018. № 1 (11). С. 3–6.

### ***S. Vodopyanov. ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF BIOENERGY FUEL PRODUCTION***

*Energy supply is the main problem of development of modern technological society. Currently, the issue of global energy security and anti-crisis energy policy is raised. Renewable energy sources play a significant and growing role in world energy. The principal incentive for the development of the biofuel industry is the environmental benefits of using biofuels.*

*Keywords: energy supply, energy security, energy policy, biofuel industry, alternative energy source.*