

# **Розвиток та застосування різних видів біоенергетики**

Монографія

Ніжин – 2012

УДК 620.9  
ББК 31.6  
Т 16

*Рекомендовано Вченою радою  
Навчально-наукового інституту бізнесу  
НУБіП України від 29 вересня 2009 р.*

**Рецензенти:**

*М.Й. Малік*, д.е.н., професор, член-кореспондент УААН  
*О.В. Олійник О.В.*, д.е.н., професор  
*О.Є.Гудзь*, д.е.н., професор

**Авторський колектив:**

д.е.н., доцент *Талавирия М.П.*, к.е.н., доцент кафедри організації агробізнесу  
*Барановська О.Д.*, здобувач НУБіП України,  
провідний фахівець НДІ економіки та менеджменту АПВ *Добрівська М.В.*,  
здобувач НУБіП України, провідний фахівець НДІ економіки та  
менеджменту АПВ *Жовнодій А.В.*,  
к.е.н. професор *Клименко А.М.*,  
к.е.н. професор *Жебка В.В.*,  
здобувач НУБіП України *Алехнович В.С.*,  
здобувач НУБіП України *Боголюк Д.О.*

**Талавирия М.П., Барановська О.Д., Добрівська М.В. та ін.**

Т 16 **Розвиток та застосування різних видів біоенергетики: [Монографія] /**  
**Талавирия М.П., Барановська О.Д., Добрівська М.В. та ін. – Ніжин:**  
**Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. – 180 с.**

**ISBN 978-617-640-060-8**

Монографія є узагальненим дослідженням проблеми розвитку та застосування різних видів біоенергетики.

У дослідженні розглянуто теоретико-методологічні засади виробництва біопалива, проведено аналіз стану виробництва та використання біопалива а також шляхів удосконалення та покращення розвитку біопалива в Україні та у світі в цілому.

Монографія розрахована на викладачів, наукових працівників, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться проблемами застосування біоенергетики.

**ISBN 978-617-640-060-8**

УДК 620.9  
ББК 31.6

© Талавирия М.П., Барановська О.Д.,  
Добрівська М.В. та ін., 2012 р.

© Видавець ПП Лисенко М.М., 2012 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО – МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА .....	11
1.1. Історія розвитку різних видів біоенергетики .....	11
1.2. Тверде біопаливо.....	23
1.3. Рідке біопаливо.....	33
1.4. Біогаз як вид біопалива.....	49
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СТАНУ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА.....	57
2.1. Стан та розвиток виробництва біопалива в країнах ЄС .....	57
2.2. Латиноамериканський досвід розвитку виробництва біологічних видів пального 68.....	62
2.3. Стан та розвиток виробництва різних видів біопалива в Україні .....	73
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ РОЗВИТКУ БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ ТА У СВІТІ В ЦІЛОМУ .....	98
3.1. Сертифікація сировини для переробки на біопаливо згідно директиви 2009/28/ЄС .....	98
3.2. Удосконалення законодавчо-нормативного забезпечення виробництва біопалива в Україні .....	117
3.3. Шляхи покращення розвитку виробництва біопалива в Україні.....	151
ВИСНОВКИ .....	170
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	174

## ВСТУП

Сьогодні у світі продовжують розвиватись явища, що порушують цивілізований плин життя: вичерпуються традиційні джерела енергії, зростає вартість їх видобування, інтенсивно забруднюється довкілля, руйнується біосфера, утворюється надмірна кількість органічних відходів промислового, сільськогосподарського та побутового походження. Ліквідація всіх цих негараздів має здійснюватися прискореними темпами, інакше людство неминуче чекає доля вимерлих динозаврів.

Біоенергетика – це вибір, який має глобальну перспективу для подальшого успішного розвитку цивілізації. Подолання сучасних і запобігання ймовірним екологічним кризам неможливі без застосування новітніх екобіотехнологій для очищення стічних вод, біосорбції важких металів зі стоків, знешкодження небезпечних газових викидів, збагачення повітря киснем, використання перспективних засобів знешкодження твердих і рідких промислових відходів, біодеградації нафтових забруднень у ґрунтах і воді, біодеградації хімічних пестицидів та інсектицидів, підвищення ефективності методів біологічного відновлення забруднених ґрунтів, заміни низки агрохімікатів на біотехнологічні препарати тощо. Важливими напрямками також мають стати розробка екобіотехнологій, спрямованих на виробництво біогазу та водню з органічних відходів, мікробіологічна деструкція ксенобіотиків, застосування біоіндикації та біотестування в системі екологічного моніторингу.

Перша фундаментальна особливість біоенергетики полягає в тому, що будь-якіживі об'єкти є термодинамічно відкритими системами, які успішно функціонують лише за умов постійного обміну речовиною та енергією з навколишнім середовищем. Термодинаміка таких систем істотно відрізняється від класичної. Вони стають принципово здатними до самоорганізації та самовдосконалення.

Друга надзвичайно важлива особливість біоенергетики пов'язана з тим, що обмінні процеси у клітинах проходять за умов відсутності значних коливань температури, тиску та об'єму. Природа, на відміну від техніки, не могла собі дозволити високих температур, тиску та інших умов, які є в сучасних двигунах внутрішнього згоряння та аналогічних теплових машинах. Перехід

енергії хімічного зв'язку в корисну біологічну роботу в окремій клітині або цілому організмі відбувається без перетворення хімічної енергії в теплову.

І, нарешті, необхідно підкреслити, що в процесах перетворення енергії в живих об'єктах широко присутні електрохімічні стадії. Сукупна потужність електрохімічних процесів, що відбуваються в клітинах усіх живих організмів біосфери, на багато порядків перевищує світові масштаби технічного використання електрохімічної енергії.

Одним із основних результатів розвитку біоенергетики в останні десятиліття є встановлення подібності енергетичних процесів в усьому живому світі – від мікроорганізмів до людини. Однаковими для всього рослинного та тваринного світу виявилися і ті речовини, в яких енергія акумулюється, і процеси, з допомогою яких таке акумулювання здійснюється. Така ж подібність встановлена і в процесах використання акумульованої в цих речовинах енергії. Технічні та біологічні системи перетворення хімічної енергії в електричну також принципово подібні. Відмінності існують лише в деталях. При створенні технічних електрохімічних систем зазвичай не виникає особливих проблем з ізоляцією, оскільки вони оточені діелектричним середовищем – повітрям. Окрім того, в технічних пристроях в ролі електродів і провідників використовуються метали, які мають високу електропровідність. На відміну від цього, жива природа створила свої електрохімічні пристрої в не діелектричному середовищі – розчині електроліту. До того ж у її розпорядженні не було металевих провідників. А тому «біологічна електрохімія» є ніби оберненою стосовно більш звичної нам «технічної електрохімії». У цьому випадку не електронний провідник, а електролітна фаза розподіляється на два об'єми. Ізолюючим прошарком між ними слугує тонка плівка – клітинна мембрана. Різниця потенціалів у такій системі генерується між розділеними мембраною об'ємами електроліту.

Подібним чином організовані мітохондрії та хлоропласти. Саме ці субклітинні елементи і є біологічними електрохімічними генераторами – «енергетичними станціями» клітини. У процесі досліджень біоелектрохіміки встановили, що в живу клітину ніби вмонтовано воднево-кисневий паливний елемент (ПЕ). Так, подібно до того, як у ПЕ хімічна енергія палива перетворюється в електрич-

ну, жива природа хімічну енергію спочатку трансформує в електричні форми, а потім, у процесі окисного фосфорилування, відразу ж консервує їх в енергію хімічних зв'язків. Практичне застосування вже знайшли ПЕ, в яких як паливо використовують водень, а як окисник – кисень, електролітом слугують луг або іонообмінний полімер. Такі ПЕ працюють при невисоких температурах (до 370° К), що забезпечує ресурс їхньої роботи до декількох тисяч годин. Досягнуті на сьогодні в розробці ПЕ успіхи пов'язані головним чином з хімією (зокрема електрохімією), проте необхідно відзначити, що існують і інші, на наш погляд, більш перспективні шляхи вирішення цієї проблеми.

Особливо варто звернути увагу на такі системи енергоустановок, які здатні з допомогою мікроорганізмів перетворювати безпосередньо енергію хімічних зв'язків органічних молекул у електричну. Такі процеси дозволять оминати теплову стадію, трансформували вільну енергію одразу в електричну енергію. Таким чином енергія органічних хімічних сполук буде використана найбільш ефективно, і при цьому докільця не забруднюватиметься зайвим теплом. Такі технології теоретично дозволяють значно знизити рівень споживання органічного палива, не зменшуючи при цьому рівня енергоспоживання. Деякі сучасні експериментальні розробки біопаливних елементів продемонстрували досить високу густину струму на електроді (до 50 мА/см<sup>2</sup>) і потужність (більше 1кВт), хоча вони ще не доведені до того стану, щоб їх можна було широко впроваджувати у виробництво. Для створення біоенергетичної установки необхідно вирішити ряд взаємопов'язаних технологічних завдань.

По-перше, необхідно розробити технологію одержання стабілізованих мембран зі значними площами та відпрацювати умови формування компактних об'ємних структур. По-друге, навчитися включати в ці мембрани комплекс відповідних біокаталізаторів, щоб забезпечити повне окиснення органічних речовин. Крім того, розробити механізми і пристрої для регулювання інтенсивності процесу окиснення і забезпечення його циклічності з метою регулювання потоку енергії від біоенергетичного джерела в цілому. За таким принципом на основі штучних мембран можна побудувати і сонячні батареї. Якщо вдасться включити в ці стабілізовані мембрани хлорофіл та ряд допоміжних ферментів, то тоді енергію

збудження пігменту фотонами світла можна буде безпосередньо приймати на струмопровідну підкладку. Безумовно, сучасні перетворювачі хімічної енергії в електричну у вигляді паливних елементів або інших аналогічних пристроїв ще не в змозі задовольнити потреби XXI століття, але можна зазначити, що вони вказують нам принципову можливість вирішення енергетичних проблем людства, а отже і його екологічних проблем. Широке застосування біохімічних та електрохімічних принципів при використанні мікроорганізмів у пристроях прямого перетворення різних видів енергії в електричну, на наш погляд, може бути розглянуто як варіант екобіотехнології. Особливістю таких систем будуть високий ККД та мінімальне забруднення довкілля.

Наступний аспект біоенергетики нерозривно пов'язаний із використанням поновлювальних джерел енергії (ПДЕ). Все живе населення біосфери, крім людини, протягом свого еволюційного розвитку пристосувалося до існування за рахунок поновлювальних енергетичних ресурсів. Така стратегія використання енергії в умовах Землі є єдиним можливим напрямом стійкого розвитку та стабільного існування. Саме тому можливість широкого використання ПДЕ в господарстві протягом останніх кількох років розглядається дуже уважно. Такий підхід має переваги і в контексті охорони навколишнього середовища. Частка ПДЕ у паливно-енергетичних балансах окремих країн до цього часу дуже диференційована, і з метою її збільшення в Європейському Союзі прийнято Білу книгу «Енергія майбутнього у поновлюваних джерелах енергії». Це видання на сьогодні є ключовим документом стратегічного характеру, який визначає напрями довгострокової політики і ставить кількісну мету – збільшення частки ПДЕ з 6% до 10% за період 2000 – 2020 років. Поновлювальні джерела енергії у майбутньому мають становити значну частку і в енергетичному балансі окремих районів та областей України. Щорічно в Україні споживається близько 200 мільйонів тонн умовного палива, при цьому видобуток із природних джерел країни становить лише 80 млн. т. Важливим потенційним ресурсом при такому балансі власної та імпортованої енергетичної сировини може стати біопаливо. Можливості виробництва й використання біомаси в Україні визначаються, в першу чергу, рослинництвом, основу якого становить вирощування зернових. Солома є непоганим джерелом біомаси. Якщо вважати,

що для енергетичних потреб можна використовувати близько 20% загальної кількості соломи, то на цій основі може бути заміщено певну частку загального споживання первинних енергоносіїв в Україні.

Форма біомаси для використання її як біопалива може бути досить різноманітною. Біомасу в енергетичних цілях можна використовувати у процесі безпосереднього спалювання деревини, соломи, сапропелю (органічних донних відкладень), а також у переробленому вигляді як рідкі (ефіри ріпакової олії, спирти) або газоподібні (біогаз – газова суміш, основним компонентом якої є метан) палива. Конверсія біомаси у носії енергії може відбуватися фізичними, хімічними та біологічними методами, останні є найбільш перспективними.

Огляд світового досвіду демонструє, що рідкі біопалива стають перспективною і популярною категорією енергетичних ресурсів, яка за своїм значенням для світової енергетики посідає наступну позицію після твердих палив із біомаси. На сьогодні у країнах ЄС частка рідкого біопалива не перевищує 0,5% загального використання моторних масел, мінерального дизелю та бензину. Це пояснюється насамперед високою вартістю виробництва, що робить рідке біопаливо неконкурентоспроможним, порівняно з традиційним паливом, яке виробляється з нафти. Незважаючи на високу собівартість, виробництво рідкого палива з біомаси у країнах ЄС динамічно зростає. Перш за все це стає можливим завдяки екологічно продуманій економічній політиці на державному рівні. Основні шляхи розвитку виробництва рідкого біопалива, призначеного для транспортних засобів із дизельними двигунами та двигунами внутрішнього згоряння, безпосередньо пов'язані з вирощуванням олійних культур та рослин із великим вмістом крохмалю. Залежно від виду сировини і масштабів виробництва, витрати на виготовлення рідких біопалив змінюються в діапазоні від 0,4 дол./дм<sup>3</sup> для етанолу з кукурудзи у США до 0,6 дол./дм<sup>3</sup> для метилових ефірів вищих жирних кислот із рослинних олій у Європі. Порівняно з ними вартість виробництва рідкого палива з корисних копалин становить близько 0,2 дол./дм<sup>3</sup>. Хоча сьогодні виробництво рідкого біопалива – процес дорожчий, експерти стверджують, що різниця у вартості біо- та мінерального пального почне зникати приблизно в 2010 році. На основі проведених у США

досліджень встановлено, що вартість ліквідації негативних наслідків, які спостерігаються в навколишньому середовищі й викликані виробництвом і застосуванням палива з корисних копалин, коливається в межах від 0,1 до 0,4 дол./дм<sup>3</sup>. Таким чином, сумарний баланс вартості вказує на те, що пальне, отримане з поновлюваних біологічних джерел, може бути дешевшим у валовому економічному розрахунку.

Ще одним можливим шляхом доповнення та часткової заміни традиційних видів палива є отримання й використання біогазу. Важливий аргумент на користь цього джерела енергії – необхідність вирішення на сучасному рівні екологічних проблем, пов'язаних із утилізацією відходів. Однією з основних тенденцій у розгортанні екологічно безпечної переробки органічних відходів є розвиток комплексних технологій утилізації біомаси за рахунок метанового зброджування, в результаті якого утворюється біогаз. Сировина для виробництва біогазу – насамперед різноманітні органічні відходи агропромислового комплексу, які багаті на целюлозу та інші полісахариди. Перетворення органічних решток на біогаз відбувається внаслідок цілого комплексу складних біохімічних перетворень. Цей процес отримав загальну назву ферментації біомаси. Він відбувається лише завдяки бактеріям і здійснюється у спеціальних технологічних установках – ферментаторах. Необхідність створення та підтримування оптимальних умов для росту й існування культури бактерій у ферментаторі визначає собівартість одержання біогазу. Дехто, на наш погляд, помилково вважає, що головне призначення ферментаційних установок – отримання біогазу, який служить додатковим джерелом місцевого енергопостачання. Оцінюючи з цього погляду економічну ефективність переробки біомаси, вони не враховують, що біогазові установки є також обладнанням для переробки гною та інших органічних відходів. Тому економічні витрати на їх створення й експлуатацію потрібно розглядати комплексно. При підрахунку собівартості біогазу необхідно враховувати вартість заходів із утилізації відходів і захисту навколишнього середовища. У такому разі побудова й експлуатація біогазових установок завжди матиме позитивний економічний ефект. Розрахунки свідчать, що, незважаючи на значні капітальні вкладення, термін окупності промислової біогазової установки становить близько трьох років. Обсяги сучасного вироб-

ництва біогазу з агропромислової сировини в Україні спеціалісти Національного аграрного університету оцінюють на рівні 1,6 млн. тонн умовного палива. Враховуючи технологічні можливості використання зеленої маси як вихідної сировини для одержання біогазу, потенційні можливості синтезу біогазу та використання його як палива можна вважати істотно більшими.

Нещодавно з'явилися і повідомлення про можливість переробки органічних сполук рослинного походження з одержання водню, який, із погляду екології, є ідеальним паливом, що має високу теплотворну здатність ( $12,8 \text{ кДж/м}^3$ ) і згорає без утворення будь-яких шкідливих домішок. Існують фототрофні бактерії, здатні виділяти водень під дією світла. Поки що вони працюють досить повільно. Але в них закладені природою такі біохімічні механізми і містяться такі ферменти, які дозволяють каталізувати утворення водню з води. Деякі ферменти паралельно з воднем утворюють і кисень, тобто відбувається фотоліз води. Прикладом може бути система, що включає хлоропласти або хлорофіл і фермент гідрогенезу. Хоча цей напрям поки що не дав практичних результатів, він досить перспективний для подальшого розвитку біоенергетики.

# РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО – МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

## 1.1. Історія розвитку різних видів біоенергети

Значні темпи індустріального розвитку більшості країн світу, об'єктивно вимагає від суспільства пошуку дієвих інструментів збереження екологічного балансу навколишнього середовища. В перспективі, одним із таких інструментів, буде заміна первинних джерел енергії альтернативними. Так, за розрахунками вчених, забезпечення нафтовими ресурсами у світовому просторі вистачить не більш як на 20-40 років і вироблені палива із сирової нафти забезпечують приблизно 96% транспортного попиту в світі, а річне видобування нафти за останнє століття зросло в 20 разів [7]. Крім того, це призводить до збільшення парникових газів в атмосфері і зміни клімату в цілому.

Сьогодні перед людством стоїть важливе питання: раціональне використання запасів палива та зменшення впливу парникових газів на навколишнє середовище. Вчені розраховували, 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 [8, с. 53].

Розвиток науково-технічного прогресу та гонитва за надлишками первинних енергоносіїв призводить до порушення природного балансу та біосистеми в цілому, яка формувалася століттями ще до початку зародження (появи) людства на Землі. Нині в світі гостро стоїть питання про зміну клімату, порушення флори та фауни, а також екології навколишнього середовища. Країни світу та Україна гостро відчують зміну клімату, природного балансу й їх вплив на здоров'я, економіку та природне середовище. Україні загрожують різні зміни температурних умов, перетворення степів південного регіону на пустелі, затоплення прибережних районів Чорного та Азовського морів, гостра нестача питної води у південних і східних областях [8, с. 53]. Отже, наслідки життєдіяльності людства (соціальні, економічні, екологічні) призводять до того, що уряди країн змушені до розгляду та впровадження нової екологічної політики щодо викидів парникових газів в атмосферу.

Наразі все частіше звучать тези про те, що не можна розглядати людину та її економічну діяльність поза межами Всесвіту та законів його розвитку. Отже, найбільш наближеним до суспільно-господарської реальності буде знання, що базується на природних законах економічного розвитку, тобто на засадах фізичної економії. Саме це обумовлює необхідність аналізу і прогнозування суспільно-економічних процесів на новій методологічній основі [1].

Висхідним світоглядним і науковим підґрунтям для формування такої методології мають стати теорії фізичної економії та автотрофного людства, засновані на біофізичних законах. Справедливість такого підходу підтверджується словами французького економіста, лауреата Нобелівської премії Моріса Алле: «Те, що вірне для фізики, є вірним і для економічних наук» [2, с. 50].

Біоенергетика як галузь науки і вид практичної діяльності потребує поглиблення і розвитку теоретико-методологічних засад відповідно до реалій сучасності. Витоки фізичної економії як теоретичного базису біоенергетики беруть свій початок від праць французьких вчених другої половини XVIII ст. Ф.Кене, Ж.Тюрго. Запроваджене ними поняття «фізіократія» (від грецького «фізіс» – природа та «краток» – влада) майже дослівно відбило сутність фізичної економії в її первісному вигляді [3].

Ф.Кене сформував власну позицію, розглядаючи суспільство як частку світобудови, підпорядковану законам природи [4, с. 344]. Основою його поглядів було вчення про «природний порядок» (саморегулювання і самовідтворення), висвітлене ним у праці «Природне право» (1765р.). На думку Ф. Кене, суспільні закони є законами «природного порядку», сприятливими для відтворення та розподілу благ [4, с. 248]. Ці ідеї Ф.Кене отримали подальший розвиток у його наступних працях «Китайський деспотизм» (1767р.) і «Загальні принципи економічної політики землеробської держави та зауваження до цих принципів» (1758р.).

Одним із фундаментальних положень економічної програми фізіократів стало специфічне тлумачення сутності виробництва. На відміну не лише від тодішніх, але й сучасних економістів, фізіократи стверджували, що лише землеробство у дійсності є виробництвом. Проголошення землеробства єдиним джерелом додаткового («чистого») продукту стало провідною ідеєю фізіократизму. Підкреслюючи, що «багатства, створювані промисловою працею,

виникають завдяки доходам, які дає земля і самі по собі є безплідними, оскільки відтворюються лише за допомогою доходів від земельних угідь» [4, с. 225], Ф. Кене доводив, що промисловість лише надає нову форму сировині та матеріалам.

Системним узагальненням побудованого на природних законах учення у вигляді формалізованої моделі стала «Економічна таблиця» Ф. Кене. З її допомогою вчений показав, яким чином рухається створений у землеробстві «чистий» продукт. Ця таблиця показує процес суспільного відтворення – а саме те, як сукупний суспільний продукт розподіляється між класами; із чого складається доходи трьох класів суспільства; як між цими класами доходи обмінюються на продукти. Суспільство розглядається як єдиний організм, що об'єднує три основних класи. «Нація, – пише Кене, – складається з трьох класів: виробничого класу, класу власників та класу безплідного.» А оскільки природні (фізичні) закони діють незалежно від волі людини, то формування економічних відносин у відповідності до цих законів призведе до максимізації соціального благополуччя .

Біоенергетика, або енергетика на основі біомаси, посідає досить відокремлене місце серед відновлюваних енергетичних ресурсів. Це пов'язано з певною низкою її особливостей:

На відміну від енергії Сонця та вітру, які нерідко називають «новими» видами енергії, спалювання біомаси (дров, торфу) для обігріву та приготування їжі – одне з найстаріших джерел отримання енергії людиною. Отже, даний вид енергоресурсу зовсім не новий. Однак альтернативним є процес отримання енергії та раціоналізація методів використання даного енергоресурсу.

Значну кількість ресурсів, що сьогодні вважають одними з найперспективніших щодо застосування у біоенергетиці, складають відходи різних видів людської діяльності. Такі енергетичні ресурси спеціалісти називають «активно чистими». Під активно чистим енергетичним ресурсом розуміється такий вид ресурсу, за умови застосування якого зменшується негативний вплив на довкілля, пов'язаний з його накопиченням. Тобто такі види ресурсів не тільки можливо, але й необхідно використовувати.

Певна кількість енергетичних ресурсів може вважатись відновлюваною лише за умови правильної їх експлуатації. Так, наприклад, деревину вважають відновлюваним енергетичним

ресурсом лише за умови, що на місці зрубаних для опалення дерев буде висаджено таку ж саму кількість саджанців. І навпаки, масове зведення лісів в країнах Африки та Південної Америки, безумовно, не можна вважати розвитком відновлюваної енергетики.

Біоенергетичні ресурси (БЕР) дуже відрізняються між собою за фізичними та хімічними характеристиками. Як результат, практично для кожного виду БЕР існують власні технології поводження та використання з метою отримання енергії. Отже, оцінювання енергетичного потенціалу біоенергетичних ресурсів є досить складним завданням, що потребує застосування специфічних методик для кожного виду БЕР.

Біоенергетика за французьким Великим термінологічним словником для визначення галузі енергетики, що використовує БЕР як сировину, використовуються такі терміни (вважаються синонімами): 1) енергетика біомаси (біомас-енергетика); 2) біологічна енергетика; 3.) біоенергетика; 4) зелена енергетика. У вітчизняній літературі найбільш загальнозживаним є термін «біоенергетика».

Внаслідок об'єднання понять «енергетика», «теплоенергетика», «електроенергетика», «гідроенергетика», «атомна, або ядерна, енергетика» та «вітрова енергетика», а також на основі визначення терміна «альтернативна енергетика» сформульовано визначення терміна «біоенергетика»:

Біоенергетика – галузь енергетики, що вивчає питання виробітку, перетворення, транспортування, використання механічної, теплової та електричної енергії, отриманої на основі біоенергетичних ресурсів.

Енергетичні ресурси та джерела енергії. Ці поняття нерідко використовуються як синоніми. Наприклад, у словнику-довіднику «Природокористування» енергетичні ресурси визначаються як «Сукупність джерел енергії» [5]. Проте існують й інші точки зору. Зокрема, за французьким Великим термінологічним словником: джерела енергії – усе, що дозволяє виробляти енергії безпосередньо, або шляхом перетворення або трансформації; енергетичні ресурси – доступні для використання джерела енергії, які характеризуються певним потенціалом та для яких існують необхідні технології видобутку / виробництва та використання.

Так, «енергетичні ресурси включають у себе простір та час, тобто загальна енергія системи – це не просто сума енергетичних

джерел. Загальна енергія системи включає також врахування характеру розподілу енергії у просторі відносно споживачів та часу відносно споживання у часі» .

Отже, використовуючи термін «енергетичні ресурси», сформульовано визначення терміна «біоенергетичні ресурси»:

Біоенергетичні ресурси (БЕР) – визначені у просторі та часі відновлювані енергетичні ресурси біогенного походження, які характеризуються певним потенціалом та для яких існують необхідні технології видобутку / виробництва та використання.

На відміну від таких енергетичних ресурсів, як ресурси Сонця і вітру, для яких поняття «потенціал» та «ресурси» є тотожними [6], для БЕР ці поняття мають певні відмінності. Порівняно з енергетичними показниками, у термінах яких виражаються геліо – та вітроенергетичні ресурси, БЕР як накопичена сировина виражається передусім в одиницях обсягу або ваги. Енергетичний потенціал виступає лише в ролі провідної характеристики даного виду ресурсу та залежить від конкретної технології його переробки. Відомо, що стосовно певних видів ресурсів концептуальний зміст поняття «потенціал» становить продуктивність як здатність виробляти ту чи іншу кількість продукції за певний відрізок часу. Отже, потенціал БЕР є здатністю виробляти відповідну кількість енергії за певний проміжок часу, що дозволяє використовувати термін «енергетичний потенціал». Відрізком часу, за який оцінюється енергетичний потенціал, є рік.

Враховуючи, що на основі одного й того самого БЕР, залежно від обраної технології, можна виробляти теплову, електричну або обидва види енергії одночасно, стає необхідним відокремлювати теплоенергетичний та електроенергетичний потенціали:

Теплоенергетичний потенціал даного виду БЕР – здатність виробляти на основі даного виду БЕР відповідну кількість теплової енергії за рік.

Електроенергетичний потенціал даного виду БЕР – здатність виробляти на основі даного виду БЕР відповідну кількість електричної енергії за рік.

Види біоенергетичних ресурсів:

- відходи;
- тверді побутові відходи;
- осад станцій очищення комунальних стічних вод;

- відходи тваринництва;
- відходи рослинництва;
- органічні відходи промисловості;
- відходи деревини; енергетичні культури:
- водорості;
- сільськогосподарські культури для виробництва біопалива;
- швидкоростучі деревні насадження.

Технології використання біоенергетичних ресурсів

До основних технологій використання біоенергетичних ресурсів належать такі:

- анаеробне зброджування (зброджування без доступу кисню, під час якого за допомогою певних видів метаногенних бактерій виробляється біогаз – метанвмісний газ, що вміщує до 60–70% метану);

- термохімічна переробка, (спалювання, піроліз, газифікація – розрізняються кінцевим продуктом і ступенем доступу кисню);

Технології анаеробного зброджування можна застосовувати до практично будь-якого виду біоенергетичних ресурсів. Проте найбільш поширеним є їх пристосування до ресурсів з високим вмістом вологи.

Газ, що утворюється на основі анаеробного розкладу органічної речовини, був відкритий Ширлі у 1667 році та отримав назву «болотного газу» внаслідок його великої кількості в товщі застійних вод.

У 1884 р. У. Гайон, учень Л. Пастера, представив результати досліджень, що були присвячені процесу ферментації і під час яких було встановлено, що газ, отриманий у процесі ферментації, може бути використаний як енергетичний ресурс для виробітку теплової та електричної енергії.

У першій частині ХХ століття вивчалися різноманітні технології ферментації, зокрема вплив різних видів сировини, мікрофлори. Вивчалися й температурні режими протікання процесу генерації метану.

У 50–60-х роках значний вплив на розвиток досліджень у галузі анаеробної ферментації мало масове будівництво станцій очищення стічних вод. Так, тільки у ФРН в 1951 році працювало 48 заводів з переробки стічних вод, що виробляли 26 млн м<sup>3</sup> біогазу на рік.

Значне привертання уваги світового суспільства до процесу анаеробної ферментації органічних відходів як до джерела отримання енергетичного ресурсу почалося під час нафтових криз у капіталістичних країнах (перша з них сталася у 1973 році).

І нарешті, в останні десятиріччя, слід зазначити розширення використання біогазу для запобігання викидів парникових газів в атмосферу.

Біогаз являє собою суміш газів, більшу частину якої складають метан ( $\text{CH}_4$ ) та двоокис вуглецю ( $\text{CO}_2$ ). Також як домішки до складу біогазу входять сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ), азот ( $\text{N}_2$ ), водень ( $\text{H}_2$ ), моноокис вуглецю ( $\text{CO}$ ) та ін.

Основними характеристиками біогазу як енергетичного ресурсу є вміст метану та його теплотворна здатність. Вміст метану в складі біогазу залежить від використаного біоенергетичного ресурсу, а також від технології його отримання. Найменші концентрації метану в складі біогазу має біогаз звалищ твердих побутових відходів (ТПВ) внаслідок неможливості контролювання процесу його утворення. Для невеликих звалищ цей показник становить 20–30%, для більш значних – 40–60%. Найчастіше його вміст становить 65%. Найбільших значень вміст метану сягає під час використання відходів тваринництва або харчової промисловості – 80–81%.

Теплотворна здатність, що має тісний зв'язок із вмістом метану, коливається найчастіше від 17 до 25 МДж/м<sup>3</sup>. У разі застосування технологій очищення біогазу від домішок (якими є двоокис вуглецю, азот, сірководень та ін.) теплотворна здатність може сягати до 35 МДж/м<sup>3</sup>.

З технологічної точки зору, в процесі анаеробної ферментації (метаногенезу) вирізняють певні стадії:

стадія гідролізу – вихідний субстрат, що вміщує полімерні сполуки, розкладається до мономерів. Для різних субстратів (целюлоза, крохмаль, пектин, білки) гідроліз проводиться різними мікроорганізмами;

стадія ацидо – та сольвентогенезу – перетворення продуктів гідролізу в суміш жирних кислот та нейтральних розчинників. Спостерігається виділення водню, двоокису вуглецю, сірководню, аміаку. На даній стадії втілюються різноманітні види бродіння – спиртове, маслянокисле та ін. Перетворення здійснюються за допомогою гідролізерів та «мікрофлори розсіювання», що поглинає

продукти гідролізу та забезпечує їх зброджування; ацетогенна стадія. Тісно пов'язана з метаногенною, тому що остання використовує водень, що утворюється за ацетогенезу; метаногенна стадія – перетворення в метан та двоокис вуглецю отриманої сировини: 1) суміші двоокису вуглецю та водню; 2) ацетату; 3) форміату; 4) метанолу; 5) метиламінів; 6) моно-оксиду вуглецю. Всього існує 13 видів метанобактерій, які між собою поділяються за використовуваною сировиною. До значних природоохоронних вигід: за допомогою спалювання біогазу зменшуються його парникові властивості у 5,4 рази.

Більш ефективним методом поводження з біогазом є використання тепла, отриманого під час його спалення, для випарювання фільтрату, який утворюється в тілі звалища, що містить велику кількість забруднювачів. Традиційні способи поводження з фільтратом – відправлення його на станції очищення міських стічних вод, або повернення його в тіло звалища.

Виробництво теплової енергії з біогазу було одним з основних способів використання біогазу у другій половині ХХ століття. Проте для цього застосовувались інші види сировини – осад стічних вод, відходи тваринництва. Навіть у містах України (зокрема, у Харкові) відомі приклади генерації біогазу з осаду станцій очищення стічних вод з метою забезпечення власних потреб у тепловій енергії, а також для створення локальних теплових мереж для опалення будинків. Біогаз звалищ ТПВ переробляється на тепло зазвичай у котельнях та печах промислових підприємств, що розташовані поблизу звалища. Нерідко практикується створення штучних споживачів теплової енергії поблизу (наприклад, теплиць).

Виробництво електричної електроенергії є найбільш популярним способом утилізації біогазу в розвинених країнах. Цьому сприяє також наявність вже відпрацьованої схеми купівлі виробленої енергії власниками електричних мереж. Так, у Франції у 2002 році з 238 ГВт\*год., вироблених на основі біогазу, 234 були продані компанії ЕДФ (Електрична енергія Франції). На думку вітчизняних експертів, цей спосіб переробки є оптимальним для застосування в разі відсутності поблизу потенційних споживачів біогазу для опалення.

Вироблення теплової та електричної енергії за принципом когенерації (одночасне вироблення теплової та електричної енергії) є

найбільш ефективним способом переробки біогазу – ККД при цьому складає близько 85%.

Використання біогазу як автомобільне паливо є до новим способом його використання. Найбільш важливою позитивною стороною подібного використання є менше забруднення порівняно з використанням природного газу. Це пояснюється тим, що метан має більш коротку вуглецеву ланку, ніж компоненти природного газу. Під час його використання викиди CO зменшуються на 65%) – на 30%. Як автомобільне паливо біогаз використовується вже традиційно в таких країнах, як Італія та Нова Зеландія. Дуже високими темпами дана галузь розвивається у США (3 заправні станції на тиждень), Аргентині та інших країнах. Аналіз існуючих проектів свідчить про необхідність дуже високого ступеня очищення біогазу – вміст метану повинен бути не меншим 90%. До того ж економічна доцільність такого способу використання біогазу можлива тільки за умови звільнення подібних проектів від податків або за наявності екологічних субсидій.

Збагачення біогазу до якості природного газу є також перспективним способом використання біогазу, бо це дає можливість збільшення кількості споживачів газу та забезпечує отриманий газ необхідним ринком збуту. Однак подібні проекти потребують чималих інвестицій. На сьогодні за схемою подачі біогазу в мережу працюють шість установок в Голландії, але в цій країні вимоги до якості природного газу не такі високі, як у багатьох інших розвинених країнах.

Сьогодні здебільшого розвинені країни світу беруть за пріоритетність розвиток галузі виробництва біологічних видів палива, які дають можливість зберегти природні ресурси і поліпшити екологічний стан навколишнього середовища за рахунок фотосинтезу і накопичення речовин енергетичних сільськогосподарських культур та замкненого циклу обміну споживання та відтворення енергії.

Більшість розвинутих країн світу велику увагу приділяють виробництву та використанню рідких видів палива першого покоління (біоетанол та біодизель), які побудовані на замкненому циклі обміну споживання та відтворення енергії. Технологія виробництва біопалива заснована на використанні енергетичної сільськогосподарської сировині, яка являється відносно простою, а вироблене

паливо таке як етанол і біодизель може використовуватися в двигунах внутрішнього згорання як без модифікацій, так і з незначними. На даний час в світі виробництво біопалив першого покоління зосереджено в таких країнах, як США, Бразилія, країни-члени ЄС (здебільшого Німеччина, Франція, Великобританія, Чехія, Австрія та ін.). Біодизель виробляється з ріпакової і соєвої олії, а біоетанол з кукурудзи та зернових культур. Наприклад, в країнах Європи виробництво біоетанолу планується із зернових культур, оскільки врожаї кукурудзи, пшениці і тритикале перевищують 80 ц/га. Біодизель виробляється переважно з ріпакової олії і в Німеччині приблизно на 1900 заправок продають чисте дизельне біопаливо. В Швеції в останні п'ять років спостерігається значне споживання біопалив, особливо, біоетанолу, на який припадає майже 90% обсягу споживання. У Франції планується в найближчі роки потроїти виробництво біопалива і довести його в 2010 році до 480 тис. т з перспективою до 1 млн т [8, с. 55].

Екологічний ефект від виробництва і використання біопалива з ріпакової олії полягає в тому, що при згоранні даного виду палива в атмосферу надходить на 10% менше двооксиду вуглецю і на 50% сажі. Наприклад, в 2006 році в США використання етанолу дало можливість скоротити викиди до 8 млн т парникових газів, що приблизно дорівнює річним вихлопам 1,21 млн автомобілів.

Розвиток і становлення біопаливної індустрії в світі функціонує на засадах державного регулювання за рахунок законів, постанов та програм. Директива 2003/30/ЄС про стимулювання використання біопалив або відновлювальних палив в транспорті, Директива 2003/96/ЄС з цілями на не оподаткування біопалива в країнах-членах ЄС передбачається заміну традиційних палив біопаливами в 2005 році на 2%, в 2010 році – 5,75%, а до 2030 року – 25% [9]. Це дасть можливість наростити виробництво і використання біопалив першого покоління. Також в країнах-виробниках біопалива існує система податкових знижок, пільг, дотацій для того щоб сприяти виробництву і розвитку даної галузі сільського господарства.

Щодо України то, вона є енергодифіцитною країною, яка гостро залежить від імпортованих носіїв енергії. Ціна на імпортовані енергоносії зростає з року в рік, тому що видобуток первинних джерел енергії скорочується і з часом може бути повністю вичерпанам.

Для того щоб Україна була менш залежною країною від імпорту первинних джерел енергії необхідно активно пропагувати розвиток і виробництво альтернативних видів палива, а особливо біодизелю і біоетанолу з сільськогосподарських культур. Це дасть можливість зменшити енергозалежність країни, рівень безробіття, поліпшити стан екологічного середовища та сприяти розвитку як економіки, так і сільського господарства.

Питання щодо використання енергії з біомаси потребує негайного вирішення, оскільки в енергії з біомаси закладено величезний потенціал по заміщенню традиційних видів палива. У середньому близько 15% території України вкрито лісами. Підраховано, що потенціал біомаси може дорівнювати 33 млн. тон вугільного еквіваленту. Розвиток біоенергетики має високу пріоритетність для України у зв'язку з необхідністю зміцнення своєї енергетичної безпеки від прямої залежності від імпортованого палива з Росії. Слід додати ще кілька позитивних чинників на користь цього аргументу: створення нових робочих місць, розвиток місцевої економіки, покращення стану довкілля через зменшення викидів парникових газів і як наслідок – залучення додаткових ресурсів через механізми Кіотського протоколу. Проте, на сьогодні, на шляху до розвитку біоенергетичного сектору в Україні є багато перешкод, таких як: прогалини в існуючих законопроектах щодо біоенергетики, нестача досвіду, недостатній доступ до інформації, інфраструктури, відсутність ефективних механізмів залучення закордонних інвестицій в біоенергетику. Подолання цих перешкод потребує певних дій та рамкових механізмів.

Тому, для вирішення проблем розвитку біоенергетики в Україні, потрібно: прийняти політичне рішення на рівні перших осіб держави; створити єдиний виконавчий орган у системі виробництва біопалива; визначити проблемні питання з упровадження біопалив у розрізі зацікавлених міністерств, відомств і накреслити шляхи їхнього вирішення; забезпечити достатнє фінансування науково-дослідних установ; визначити пріоритети упровадження біопалив; створити сприятливі економічні умови для розвитку біопалив та залучити потрібні інвестиції; збільшити використання біомаси для виробництва біопалива, що виробляється із сільськогосподарської продукції [10].

Наразі в світовій науці дедалі більшу роль відіграє генна інженерія, яка дає можливість переглянути стереотипи виробництва біоетанолу на основі енергетичних культур. Біотехнології, котрі базуються на досягненнях генної енергії, дадуть змогу розширити різновидність цукро – та інуліноносних культур, що зменшать собівартість виробництва біоетанолу.

Аналіз сучасного ринку технологічно обладнання і технологій доводить, що з технічного боку немає істотних перешкод для промислового виробництва біоетанолу. Економічний ефект від застосування буде підвищуватися завдяки правильному вибору технології вирощування та переробки, обґрунтованому розташуванню необхідного обладнання в місцях накопичення сировини, а також комплексному використанню отриманих в процесі переробки продуктів.

Аналізуючи світовий досвід, слід визначити, що для виробництва біоетанолу в Україні потрібно інтенсивніше впроваджувати альтернативні культури, які є потенційною сировиною для переробки на біоетанол і можуть бути конкурентоспроможними [11].

Отже, з впровадженням та стимулюванням розвитку альтернативної енергетики та ширшого використання нових видів палива необхідна державна програма наукових розробок виробництва біопалива з альтернативних джерел сировини, пільгова підтримка кредитних ресурсів та послідовна інвестиційна політика держави щодо створення фінансових фондів з метою сприяння науковим дослідженням у галузі альтернативних цукроносних культур.

Очевидно, що ефективний розвиток ринку біоенергетики можливий за умов побудови взаємовідносин виробників біосировини та біопалива на основі кооперації й інтеграції. Враховуючи високі темпи будівництва нових біопаливних заводів у країнах Європи та їх відсутність в Україні можна очікувати, що наші сільськогосподарські товаровиробники стануть лише постачальниками рослинної сировини для іноземних виробників.. Біоенергетика заснована на використанні енергії біомаси – вуглецевмістких органічних речовин рослинного та тваринного походження (дерева, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, гній тощо). Також до поняття біомаса відносять органічну частину твердих побутових відходів та іноді торф. Для виробництва енергії переважно застосовують тверду біомасу, а також отримані з

неї рідкі та газоподібні палива – біогаз, біодизель, біоетанол. Біомаса є відновлюваним, екологічно чистим паливом, використання якого не призводить до підсилення глобального парникового ефекту.

*Відповідно до закону України «Про альтернативні види палива» від 21.05.2009 року:* **біомаса** – біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів;

**біоетанол** – спирт етиловий зневоднений, виготовлений з біомаси або спирту етилового-сирцю для використання як біопалива;

**біодизельне паливо (біодизель)** – метилові та/або етилові ефіри вищих органічних кислот, отриманих з рослинних олій або тваринних жирів, що використовуються як біопаливо або біокомпонент;

**біогаз** – газ, отриманий з біомаси, що використовується як паливо.

Біомаса є відновлюваним, екологічно чистим паливом за умови екологічно раціонального виробництва та використання. Оскільки біомаса є CO<sub>2</sub>-нейтральним паливом, то її використання не призводить до підсилення глобального парникового ефекту.

Проте несприятливі дії на об'єкти природного середовища при енергетичному використанні біомаси мають місце. При ферментативних процесах по переробці біомаси в етанол утворюється велика кількість побічних продуктів (промивальні води і залишки перегонки), що є серйозним джерелом забруднення середовища, оскільки їх вага у декілька разів (до 10) перевищує вагу етилового спирту.

## 1.2. Тверде біопаливо

Світовий досвід переконує, що виробництво біопалива – сприятлива можливість для економіки кожної країни, зокрема дає змогу створювати нові робочі місця не тільки в сільській місцевості, а й у промислових центрах, покращує екологічну ситуацію в країні, регіонах тощо. За оцінками, на 1 тис. т нафтового екви-

валенту створюється 16 робочих місць, переважно в сільській місцевості; кожний відсоток біопалива у загальному споживанні палива створюватиме від 45 до 75 тис. нових робочих місць у сільській місцевості [14]. Стає очевидним, що окрім зростання доходів завдяки вирощуванню високорентабельних сільськогосподарських культур, тут створюватимуться нові робочі місця на переробних теплових та енергетичних потужностях.

На сьогоднішній день відомо близько 20 видів швидко-ростучих рослин, які можна вирощувати для отримання рослинної біомаси. Це евкالیпт, тополь, верба, міскантус та інші. Зібрана біомаса використовується для виробництва теплової та електричної енергії, може бути сировиною для виробництва твердого біопалива, як паливні гранули і брикети.

Серед усіх енергетичних рослин у світі саме верба сьогодні використовується у світі в якості основної енергетичної культури для виробництва твердого палива. Найбільший досвід у її продукуванні і вирощуванні мають такі країни як Швеція, Англія, Ірландія, Польща, Данія.

Найбільші плантації верби на сьогодні у Швеції, які складають приблизно 18 000 – 20 000 га, в Польщі – більше 6 000 га. В Україні, незважаючи на велику кількість незадіяних земель несільськогосподарського призначення, промислових посадок енергетичних рослин поки що недостатньо.

*Енергетична верба – це*

- відновлювальне тверде біопаливо органічного походження,
- екологічно чиста сировина для виробництва паливних гранул,
- біопаливо, яке придатне до спалювання безпосередньо в котлах для біомаси,
- джерело енергії, яке при згорянні в котлах не порушує баланс вуглецю в атмосфері,
- різновид твердого біопалива, промислове виробництво теплової та електричної енергії з якого двічі дешевше у порівнянні з використанням газу,
- сільськогосподарська культура, урожайність якої в перерахунку на калориметричні показники найбільша серед інших енергетичних рослин, і досягає 20 тон сухої маси з 1 гектара.

*Енергетична верба має великий вплив на екологію і довкілля:*

- Один гектар плантації енергетичної верби поглинає з повітря понад 200 тон CO<sub>2</sub> за 3 роки.
- Ідеально підходить для засадження забруднених та земель, малопродуктивних з точки зору вирощування сільськогосподарських культур.
- Ефективно застосовується у протиерозійних заходах для укріплення ґрунтів.
- Збагачує ґрунти мінералами та мікроелементами, поживними речовинами природного походження.
- Плантації енергетичної верби є природними фільтрами для видалення відходів агро-промислового виробництва, застосовуються як буферні зони в місцях накопичення біологічних відходів фермерських господарств.
- Енергетична верба є природним фільтром для очищення ґрунтів від пестицидів.

*Людина та зручність проживання*

- Енергетична верба завдяки своїй стійкості та швидкому зростанню є ідеальним екологічно чистим природним рішенням для захисту від вітру та сонячного світла і створення природного мікроклімату в місцях проживання людей.
- З енергетичної верби виготовлюють елементи ландшафтного дизайну, декоративні загородки, паркани.
- Лоза енергетичної верби використовується в народних ремеслах.
- Навколо плантацій покращується біологічне різноманіття флори та фауни.

Саме в помірній кліматичній зоні в якій знаходиться Україна, для вирощування енергетичних рослин найкраще підходять сорти швидкоростучої верби, виду *Salix Viminalis*.

Рослини в енергетичних плантаціях висаджують саджанцями в шаховому порядку. Кількість саджанців на 1 га висаджують в залежності від плануючого циклу збору майбутнього урожаю.

Енергетичні плантації біомаси попереджують ерозію ґрунтів, сприяють покращенню навколишнього середовища.

При згорянні біомаси на електростанціях або в котлах в атмосферу викидається тільки CO<sub>2</sub>, який був поглинутий рослиною в період її росту.

*Основні характеристики кущоподібної верби  
виду **Salix Viminalis***

- Середній приріст маси – 1,5 метра в рік.
- Збір урожаю – кожні 2-3 роки.
- Кількість циклів збору урожаю з однієї посадки – 7-8 разів, після чого можна проводити рекультивацію землі під посадку інших культур або закладати нову плантацію верби.

- Вимогливість до ґрунтів – ґрунти середньої якості з великою вологістю.

- Потреба рослини в мінеральних добривах – для підживлення рослин в ґрунти вносять 3 види мінеральних добрив. Кількість мінеральних добрив залежить від якості землі, проте значно менше від потреб інших сільськогосподарських культур.

- Період збору урожаю – листопад – лютий, коли опадає листя.

Тверде біопаливо – тверда біомаса, що використовується як котельно-пічне паливо, у тому числі дрова, торф, тирса, тріска, солома, інші сільськогосподарські відходи, гранули та брикети, вироблені з біомаси, деревне вугілля та вуглиста речовина.[12]

Використання деревних відходів як сировини для виготовлення екологічно чистого твердого біопалива є актуальним завданням, оскільки вирішує питання отримання додаткової теплової енергії та дає змогу покращити екологічну ситуацію навколишнього середовища. Біопаливо (рідке, тверде) – це паливо з поновлювальних джерел сировини (відходів деревини, відходів сільського господарства і різних рослин).

На підприємствах лісового комплексу удосконалюється процес перероблення деревних відходів без застосування сторонніх в'язучих речовин на тверде біопаливо (брикети, гранули).

Сировиною для виробництва твердого біопалива можуть бути різні деревні відходи як кускові (рейки, обаполи, сучки та ін.), так і м'які (тирса, стружка, деревний пил), а також низькоякісна деревина. При цьому, усі деревні відходи повинні бути однакової консистенції, як за величиною, так і за вологістю. Тому кускові відходи, геометричні розміри яких перебувають у

межах: довжина до 6000 мм, ширина до 400 мм, товщина до 100 мм, необхідно подрібнювати і сушити до заданої вологості. Процес їх подрібнення є складним. Відходи розрізняють за величиною і видом (рейки, обаполи, сучки, відрізки частини стовбура,

пилопродукції, шпону та ін.), що вимагає різного устаткування. При цьому відходи необхідно переробляти в одну сипучу фракцію, частинки якої повинні мати вигляд і розміри тирси (основної маси). Для цього процесу використовують спеціальні технології підготовки деревної сировини. Крупномірну деревину кряжують, розколюють, подрібнюють і доподрібнюють за допомогою спеціального устаткування. Щільність твердого біопалива досягається за рахунок

тиску за певної температури пресованої маси, а склеювання – за рахунок лігніну, що знаходиться у клітинах деревини. Лігнін – це аморфний полімер ароматичної природи (поліфенол), складної будови, від світло-жовтого до темно-коричневого кольору (залежить від способу виділення його з деревини). Вміст лігніну у хвойних породах деревини становить 28-34 %, у листяних породах – 17-27 %, у деревній корі – 17-44 %. Для виготовлення твердого біопалива можна використовувати відходи всіх деревних порід та сільськогосподарства (качани кукурудзи, солома, лушпиння соняшнику, гречки, рису та ін.). [13]

Першим важливим чинником у технології виготовлення твердого біопалива є облік деревної сировини, особливо для підприємств, які закупають сировину (відходи). Для правильного обліку об'ємів відходів існує коефіцієнт повнодеревності (Кп). Нижче наведено величини коефіцієнта для деяких видів відходів, а саме:

- обрізання стовбурів і колод – 0,40
- вершинки стовбурів – 0,30
- суміш обаполів і рейок – 0,46
- шпон-рванина – 0,45

Облік подрібненої деревини (тирса, тріска, подрібнена деревина та ін.) здійснюється згідно з відповідним коефіцієнтом, наприклад: Кп для тирси у разі перевезення до 5 км дорівнює 0,30. Належний облік сировини дає змогу фактично оцінити витрати на виготовлення твердого біопалива.

Другим важливим чинником є величина подрібненої деревної маси. Виробники устаткування (прес-гранулятор, прес для брикетів) подають відомості про пресування деревних частинок розміром до 16 мм, але на підприємствах пресуванню підлягає деревна маса з розміром частинок до 1 мм, тобто тирса. Якщо на підприємстві, окрім

тирси, є інші відходи, то до технологічного процесу необхідно долучити операції подрібнення і, за потреби, доподрібнення деревної маси (під час гранулювання). Зазвичай, подрібнення кускових відходів у деревну масу здійснюють поетапно. На першому етапі виготовляють тріска, яку доподрібнюють у молотковій дробарці, висушують і, за потреби, додатково доподрібнюють. Таке доподрібнення зумовлене тим, що наявні молоткові дробарки не можуть подрібнювати вологу тріску чи утворювати з тріски тирсу. Цей ланцюг операційзначно підвищує собівартість гранул чи брикетів.

Більш перспективним є одноетапне отримання брикетної маси. Це процес, за якого з кускових відходів або привезеної тріски, відразу виробляють деревну масу (переважно тирсу), придатну для пресування. Таку технологічну схему розроблено на навчально-виробничому впроваджувальному підприємстві «Лісотехніка» і використовують на багатьох підприємствах галузі.

Третім важливим чинником є наявність вологи у деревних частинках. На підприємствах лісового комплексу сировина переважно має вологість, більшу за 30 %, а для отримання твердого біопалива деревні частинки повин-

ні мати вологість не більше 16 % під час гранулювання і не більше 10-12 % – під час виробництва брикетів, тому сировину необхідно просушити. Спеціальних сушарок для тирси у деревообробній промисловості не існує, а використовують модифіковані пристрої з інших виробництв.

Застосовують два типи сушарок: барабанні і конвеєрні. Як теплові агенти використовують топкові гази, нагріте повітря або пару. Для отримання агента сушки ефективним є спалювання подрібненої деревини природної вологості в спеціальних топкових пристроях, що забезпечують температуру на виході близько 10000С.

Подачу агента в сушильний агрегат здійснюють за принципом прямопоточності (рух деревних частинок збігається з напрямом руху агента сушки). Останнім часом з'явилися й інші розроблення, а саме: створення сушарок з протипоточною подачею агента сушки (деревні частинки рухаються назустріч руху агента сушки). Під час пресування величину агента сушки його подачу і температуру можуть регулювати. Для отримання однієї тонни сухої подрібненої біомаси необхідно витратити близько 400-500 кВт електроенергії, при цьому потрібно спалити близько 200 кг подрібненої деревної маси

природної вологості. У виборі устаткування варто враховувати витрати електроенергії на виробництво твердого палива, наприклад: середні витрати електроенергії на виготовлення однієї тонни брикетів становлять 60-80 кВт, а на одну тону гранул – 90-110 кВт.

Якщо розглядати ринок твердого палива із соломи, то можна відзначити, що він практично відсутній. Загальний енергетичний потенціал соломи в Україні, у перерахунку на умовне паливо\*, становить 5,4 млн т умовного палива (рис.1)

Отже, найбільш енергетично ємними є центральні та східні регіони України, а за оцінками фахівців Інституту проблем екології та енергозбереження (м. Київ) для енергетичних цілей може бути використано до 20 % загального збирання соломи злакових культур. Хоча в країні практично відсутні заводи для підготовки біосировини та її перероблення поблизу виробництва сировинних ресурсів. Сьогодні, за оцінками експертів, місткість ринку «не стандарту ЄС» становить близько 100,0 тис. т, але його відсутність на ринку пояснюється відсутністю внутрішнього попиту на цей продукт в Україні. Разом з тим, цей продукт придатний за своїми параметрами до використання як промислове паливо для ТЕЦ.

Паливні гранули (пелети, пеллети) – біопаливо, яке отримують з торфу, деревних відходів і відходів сільського господарства або з вугілля. Є гранулами циліндричної форми стандартного розміру.



Рис. 1. Енергетичний потенціал соломи в розрізі регіонів України, тис.т умовного палива

Виробництво гранул почалося в 1947 році. Сировина (тирса, кора і т. д.) поступає в дробильну машину, де подрібнюється до стану борошна. Отримана маса поступає в сушарку, з неї – в прес-гранулятор, де деревне борошно стискають в гранули. Стискування під час пресування підвищує температуру матеріалу, лігнін, що міститься в деревині розм'якшується і склеює частки в щільні циліндри. На виробництво однієї тонни гранул витрачається 4–5 кубометрів деревних відходів. Готові гранули охолоджують, пакують в стандартну упаковку 12–40 кг, Біг-беги (вагою 1 тонна) або доставляють споживачеві розсипом.

Але виробництво гранул в промислових масштабах почалось лише в листопаді 1982 року в м. Мора, хоча вперше деревні гранули для паливних цілей були запропоновані в 1970-х роках в Швеції, і в цей же час з'являються перші системи автоматичної подачі твердого палива для печей.[2] Перші деревні гранули виготовлялись виключно із кори – їх зольність складала від 2,5 до 17%, а у 1986 році внаслідок недосконалості виробництва і ряду проблем виробництво було закрито.

У США на початку 2008 року виробництвом паливних гранул зайнято більше 80 компаній. Вони виробляють близько 1,1 млн тонн гранул в рік. У 2008 році в США було продано близько 2 млн тонн гранул<sup>1</sup>. Більше 600 тис. будівель обігріваються гранулами. Більше 20 компаній виробляють котли, печі, пальники і ін. обладнання для спалювання гранул. У Фінляндії в 2005 році домашній сектор спожив 70 тис. тонн гранул. Біопаливом обігрівалися близько 7 тис. будівель. «Дорожня Карта – 2010» в Фінляндії планує виробництво до 2010 року 1,1 млн тонн гранул. До 2020 року Китай має намір виробляти 50 млн тонн гранул щорічно. У 2005 році з Канади було експортовано 582,5 тис. тонн гранул. Всього в Канаді в 2008 році було вироблено близько 1,3 млн тонн. Заводи по виробництву гранул розташовуються головним чином на побережжі. Заводи, розташовані на західному побережжі Канади, виробляють гранули з м'яких сортів деревини: ялина, сосна. Заводи східного побережжя виробляють гранули з твердих сортів: дуб, клен, вишня і ін. Всі гранули, що отримуються в Північній Америці, виробляються з висушених залишків відходів лісопереробного виробництва: деревна тирса, стружка, тріска. Всього два заводи додають в гранули деревну кору. Великобританія планує до 2010

року довести використання паливних гранул до 600 тис. тонн. Найбільші виробники в країнах Євросоюзу в 2008 році: Швеція – 1,7 млн тонн, Німеччина – 900 тисяч тонн, Австрія – 800 тисяч тонн. У всьому світі виробництво склало 8-10 мільйонів тонн.

Паливні гранули вважають екологічно чистим паливом з вмістом золи не більш 3%. При спалюванні гранул в атмосферу викидається рівно стільки  $\text{CO}_2$ , скільки було поглинено рослиною під час зростання. Проте, якщо в місці зростання сировини довкілля містить токсини або радіоактивні речовини, то при спалюванні гранул ці речовини можуть бути викинуті в атмосферу. Так, через перевищення вмісту цезія 137 Італія повернула Литві близько 10 тисяч тонн біопалива. Гранули менш схильні до самозаймання, оскільки не містять пилу і спор, які також можуть викликати алергічну реакцію у людей. Гранули відрізняються від звичайної деревини високою сухістю (8–12 % вологи проти 30–50 % у дровах) і більшою – приблизно в півтора рази – густиною. Ці якості забезпечують високу теплотворну здатність в порівнянні з тріскою або дровами – при згоранні тонни гранул виділяється приблизно 5 тис. кВт-год тепла, що у півтора рази більше, ніж у звичайних дров. Низька вологість – це не лише перевага гранул як палива, але і проблема їх виробництва. Сушка може виявитися однією з основних статей витрат при виробництві паливних матеріалів з відходів деревообробки. Крім того, залежно від виробництва, збір, сортування і очищення сировини також можуть спричинити додаткові витрати. Процес сушки важливо ретельно спланувати, що дозволить зменшити ризики, пов'язані з якістю готової продукції, її собівартістю і пожежонебезпечністю виробництва. Кращим варіантом є виробництво біопалива з сухої стружки. Одна з найважливіших переваг гранул – висока і постійна насипна щільність, що дозволяє відносно легко транспортувати цей сипкий продукт на великі відстані. Завдяки правильній формі, невеликому розміру і однорідній консистенції продукту гранули можна пересипати через спеціальні рукави, що дозволяє автоматизувати процеси вантаження-розвантаження і також спалювання цього вигляду палива.

Деревні гранули високої якості (білі і сірі) використовують для опалювання житлових будинків шляхом спалювання в невеликих пелетних котлах, печах і камінах або твердопаливних котлах. Вони, як правило, бувають діаметром 6–8 мм і довжиною менше 50

мм. У Європі їх в основному продають в 16–20 кілограмових мішках. Попит на деревні брикети і гранули, устаткування для їх спалювання і виробництва зростає пропорційно цінам на такі традиційні види палива як нафту і газ. У деяких країнах Європи, зокрема в Швеції де ринок альтернативних джерел енергії найбільш розвинений, гранулами опалюється до 2/3 житлових приміщень. Таке широке поширення пояснюється і екологічністю цього вигляду палива – при згоранні викиди  $\text{CO}_2$  дорівнюють поглинанню цього газу під час зростання дерева, а викиди  $\text{N}_2\text{O}$  і летючих органічних компонентів значно понижені завдяки використанню сучасних технологій спалювання. Темні гранули з великим вмістом кори спалюють в котлах більшої потужності з метою здобуття тепла і електроенергії для населених пунктів і промислових підприємств. Темні гранули можуть бути більшого діаметру, і їх продають навалом партіями від двох-трьох тисяч тонн і більше.

Внаслідок підписання України Кіотського протоколу паливні гранули та брикети в майбутньому можуть стати кращою альтернативою вугіллю, дров і природного газу. Зокрема в Україні згідно зі законом «Про альтернативні види палива» № 1391-VI від 21.05.2009 р. [15] з 1 січня 2010 р. діє зелений тариф терміном на 10 років, це спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, зроблена на об'єктах електроенергетики, які використовують альтернативні джерела енергії (крім доменного та коксівного газів). Також згідно з цим Законом звільняється: від оподаткування прибуток підприємств, отриманий ними від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії або виробництва теплової енергії з використанням біологічних видів палива; від оподаткування прибуток виробників техніки, обладнання, устаткування для виготовлення та реконструкції технічних та транспортних засобів, що були вироблені на території України, а на дев'ять років звільняється від оподаткування операції з поставки техніки, обладнання, устаткування. Хоча незважаючи на те, що Законом України передбачені стимуляційні заходи для розвитку цієї галузі, оскільки виробництво біопалива з відходів деревини – це утилізація відходів деревооброблення, це очищення лісів від гілок, сучків, пнів, величезні обсяги яких щорічно гниють в лісах України, пункт 15 підрозділу 2 «Перехідних положень Податкового Кодексу України» ці заходи зводять нанівець. Згідно з цим пун-

ктом, створюються додаткові перешкоди для експорту деревної сировини з Україною у вигляді сплати податку на додану вартість за ставкою 20 %. Це положення торкнулося і виробників паливних гранул і брикетів, які, по суті, є виробниками напівфабрикатів з цієї самої сировини. Отже, ці заходи обмежують та стримують розвиток ринку твердого біопалива, який починається тільки формуватись.

### 1.3. Рідке біопаливо

Як відомо, біомаса існує у вигляді цілого ряду форм, як, наприклад, тверда або волога біомаса, рослинне масло або цукор. Дану сировину можна перетворювати, використовуючи хімічні, термічні і біологічні процеси. Нарешті, біомасу і джерела біоенергетики можна класифікувати залежно від їх кінцевого призначення:

- виробництво тепла;
- виробництво електрики і когенерація теплової і електричної енергії:
- біогаз
- рідкі біопалива

Таким чином біомасу можна умовно розділити на три основні види біопалива: тверде (деревина, тріска, гранули, брикети і т.д.), рідке (біодизель, етанол) і газоподібне (біогаз).

*Біодизель* – метиловий ефір, що отримується в результаті хімічної реакції з рослинних масел і тваринних жирів і що володіє хорошою займистістю, що дозволяє використовувати його в дизельних двигунах без стимулюючих речовин. Власне, завдяки цій властивості ефір і отримав назву «біодизель». У виробництві біодизеля великим успіхом користується рапсове масло, яке разом з соєвим, арахісовим і соняшниковим є одним з найбільш споживаних в світі. З однієї тонни насіння рапсу можна отримати 300 кг масла, що зрештою перетворюється на 270 кг біодизеля. Що залишилися 30 кілограм доводяться на гліцерин, з нього отримують миючі кошти, рідке мило і фосфорні добрива. [16]

Біодизель:

- не токсичний, практично не містить сірки і канцерогенного бензолу;
- розкладається в природних умовах (приблизно так само, як цукор);

- забезпечує значне зниження шкідливих викидів в атмосферу при спалюванні, як в двигунах внутрішнього згорання, так і в технологічних агрегатах;

- збільшує цетанове число палива і його змащуючу здатність, що істотно збільшує ресурс двигуна;

- має високу температуру займання (більше 100 °С), що робить його використання відносно безпечним;

- джерелом є поновлювані ресурси;

- виробництво біодизеля легко організувати, в т.ч. в умовах невеликого фермерського господарства, при цьому використовується недороге устаткування.

Біодізел (біодизельне паливо, МЕРО, РМЕ, RME, FAME, EMAG, SME, SFME, біонафта й ін.) – екологічно чистий вид біопалива, яке отримують із рослинної олії чи тваринного жиру і використовується для заміни нафтового дизельного палива. З хімічної точки зору паливо являє собою суміш метилових та/або етилових моноалкілових ефірів довголанцюжкових жирних кислот (насичених і ненасичених). Біодізел є альтернативним автомобільним паливом.

Біодізел це рідина жовтого кольору (може бути різних відтінків). Майже не змішується з водою, має високу температуру кипіння та низьку пружність пари. Виготовлений з незабрудненої сировини біодізел є нетоксичним. Відносно висока температура займання біодизелю 150 °С робить паливо досить безпечним у питанні протипожежної безпеки. Густина біодизелю 0,86 г/см<sup>3</sup>. В'язкість біодизелю та звичайного дизельного пального однакова. Вміст сірки у вихлопі 0,001% проти 0,05% в мінеральному дизельному паливі.

Біодізел може використовуватись самостійно або в суміші зі звичайним дизельним паливом.

Для позначення палива що містить біодізел застосовується літера «В»: В100 – 100 % біодизелю; В20 – 20 % біодизелю і 80 % звичайного (нафтового) дизельного пального.

Процес одержання біодизельного палива є досить простим. Рослинна олія є сумішшю тригліцеридів, ефірів, сполучених з молекулою гліцерину. Основне завдання при одержанні біодизелю полягає в тому, щоб видалити гліцерин, замінивши його на спирт. Цей процес називають переестерифікацією. В результаті етерифікації утворюються ефіри жирних кислот (біодізел) та побічний продукт

переетерифікації – триатомний спирт гліцерин (в неочищеному стані його називають гліцерилем). З 1 тонни олії та 0,1 тонни метанолу виробляють орієнтовно 1 тонну біодизелю то 0,1 тонну гліцерилу.

Найпоширеніший спосіб отримання біодизелю – переетерифікація рослинної олії та тваринних жирів спиртами (етилловим, метиловим, ізопропіловим, бутанол).

При використанні етанолу буде отримано етилові ефіри біодизелю. Етанолова та ізопропанолова технології складніші (вимагають наявності каталізаторів та апаратури, яка б могла працювати при високому тиску).

Найпоширенішим для виробництва метилових ефірів є використання метанолу, оскільки він є найдешевшим зі спиртів. Під час реакції переетерифікації олії та жири вступають у реакцію з метиловим (етиловим) спиртом у присутності каталізатора (лугу), внаслідок чого утворюються складні ефіри (біодизель), а також гліцеролова фаза (так званий «чорний» гліцерин), що містить 45-56% гліцерину, 4% метанолу, що не прореагував, 13% жирних кислот, 8% води, 9% неорганічних солей, 10% ефірів. Одержану в результаті реакції суміш розділяють в сепараторах або ємностях-відстійниках. Очищений гліцерин використовується для виробництва миючих засобів, а після глибокої очистки використовується в фармації. Проте для проведення очистки гліцерину та утилізації відходів необхідні додаткові капіталовкладення на етапі проектування та будівництва переробного заводу.

Ці технології є дещо багатостадійними і пов'язані з нагромадженням відходів, зокрема гліцерилу, який не піддається етерифікації в цих умовах. Розробляються способи одержання біодизелю з використанням твердих гетерогенних каталізаторів, які відкривають перспективу створення одностадійних енергозберігаючих процесів переетерифікації олій та жирів та етерифікацію гліцерину навіть із застосуванням етанолу. Найбільше практичне застосування серед твердих кислот знаходять цеоліти, індивідуальні та змішані оксиди, активовані глини, органічні сульфокатіоніти.

Відомі дві технології виготовлення біодизеля: традиційна та технологія надкритичного стану метанолу.

Традиційна технологія виробництва біодизеля простіша, однак отриманий біодизель обов'язково необхідно звільняти від каталізатора, залишків метанолу і води, яка потрапляє туди при

попередніх стадіях очищення. Технологія надкритичного стану метанолу є складнішою, але оскільки вона проходить без використання каталізатора, отриманий біодизель достатньо очистити лише від залишків метанолу. В основному застосовується традиційна технологія виробництва біодизеля.

Традиційна технологія отримання метилового ефіру полягає в етерифікації триглицеридів рослинної олії метанолом з використанням лужних або кислотних каталізаторів. Для проходження реакції етерифікації жир змішують з метанолом (в пропорції приблизно 10 до 1) в присутності каталізатора при температурі 35-40°C.

При використанні кислотного каталізатора тривалість реакції етерифікації становить від 1 до 45 годин, лужного – від декількох десятків хвилин до 8 годин (в залежності від температури і тиску), причому в початковий період реакція протікатиме повільно внаслідок двофазної природи системи метанол/олія, тому необхідно проводити інтенсивне перемішування реагентів.

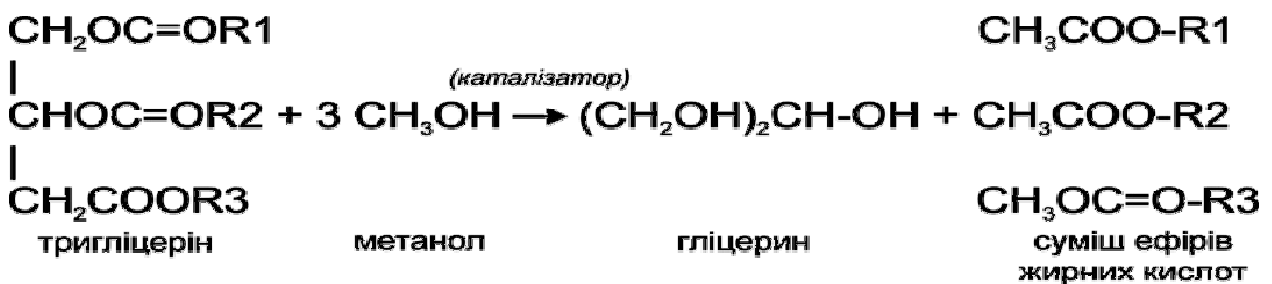
В результаті реакції утворюється суміш метилового ефіру та гліцеролу. Суміші дають відстоятися. В результаті відстоювання суміш розділяється: гліцерол, як важча фракція ( $\rho 1261 \text{ кг/м}^3$ ), опускається вниз, а метиловий ефір, як більш легкий ( $\rho 860\text{-}900 \text{ кг/м}^3$ ), розміщується над ним. З відстоюної суміші метиловий ефір та гліцерол зливають в різну тару. [18]

В залежності від виду використовуваного каталізатора при виробництві метилового ефіру розрізняють процеси з гомогенним та гетерогенним каталізаторами.

*Гомогенним каталізом* називають процес, при якому каталізатор знаходиться в одній фазі з реагентами. Продукти реакції потребують очищення від присутнього в них каталізатора. *Гетерогенний, або контактний каталіз* – це процес, при якому каталізатор є окремою фазою, відокремленою від реагентів. Каталітична реакція протікає на поверхні твердого каталізатора і обумовлена активізацією молекул реагентів при взаємодії з його поверхнею. Найпоширенішими в промисловості є реактори з нерухомим шаром каталізатора, в яких зверху вниз, через шар гранульованого або таблетованого каталізатора, пропускається потік реагентів. Каталізатори, що застосовуються в цих реакторах повинні володіти певною міцністю до стирання, оскільки при цьому збільшується гідравлічний опір шару. Величина поверхні і пористість каталізатора його

загальну активність, однак сприяють дифузійному гальмуванню реакції. Для ліквідації дифузійних ускладнень застосовують непористі носії або зерна каталізатора дроблять. Гетерогенний каталіз проводять в реакторах змішування, в яких дрібнозернистий каталізатор суспендують в середовищі реагентів. Такі реактори використовують як в періодичному, так і в безперервному режимах. Для усунення зовнішніх дифузійних ускладнень, суміш інтенсивно перемішують. Після закінчення реакції, каталізатор необхідно відокремити від реагентів. Застосовують також реактори з киплячим, або псевдозрідженим, шаром каталізатора, в яких пилоподібний каталізатор піднімається висхідним потоком реагентів. Переваги реакції у псевдозрідженому шарі – можливість використання дрібнодисперсних непористих частинок, що знижує вплив внутрішньої дифузії; безперервне видалення відпрацьованого каталізатора і можливість його заміни; високий коефіцієнт теплопередачі, що дозволяє підтримувати постійну температуру всього об'єму киплячого шару. Псевдозріджений шар використовують для реакцій з інтенсивним тепловиділенням. До його недоліків відносяться підвищене стирання каталізатора і винесення частинок каталізатора з реактора з продуктами реакції. При цьому продукти реакції необхідно додатково очищати. У деяких процесах застосовують реактори з рухомим шаром гранульованого каталізатора, в який постійно подається свіжий каталізатор, а відпрацьований йде на регенерацію.[17]

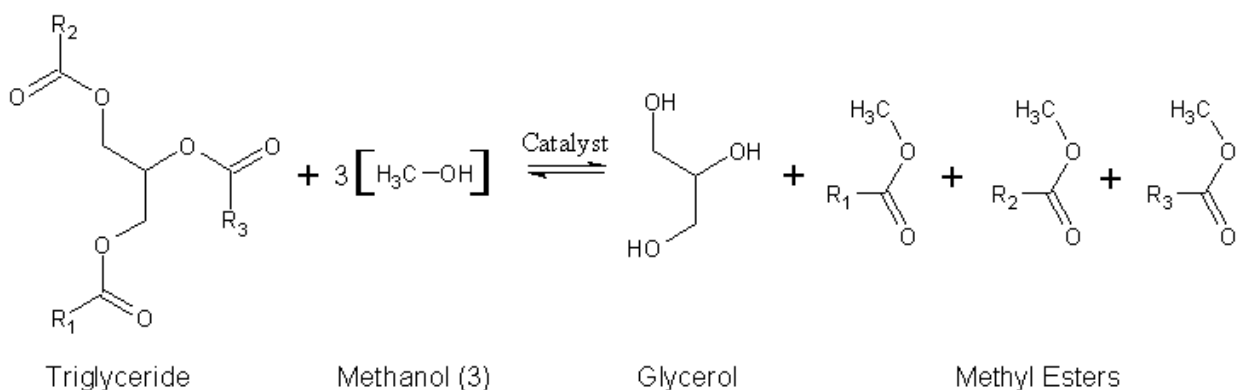
Тригліцерид *оля* (100л) + метанол (10л) → гліцерол (10л) + суміш ефірів жирних кислот *біодизель* (100л)



Для швидкості і повноти етерифікації метанол береться з надлишком, тому отриманий метиловий ефір містить до 1,5% метанолу, від якого біодизель необхідно очистити, оскільки він роз'їдає кольорові метали двигуна, гумові прокладки, фарбу тощо. Метанол з біодизеля

видаляють шляхом дистиляції. Так як при проходженні реакції етерифікації каталізатор не вступає в саму реакцію, а тільки її прискорює – у виготовленому біодизелі він залишається повністю. Біодизель не звільнений від каталізатора викликає корозію двигуна. Видаляють його, змішуючи продукт із підкисленою водою (у випадку лужного каталізатора), в результаті чого проходить нейтралізація каталізатора з утворенням мила, і він переходить в омилений залишок (соапсток). Омилений залишок видаляється. При цьому перевіряють рН за допомогою лакмусового паперу чи звичайним лабораторним цифровим рН-метром. Кислотність повинна бути нейтральною – 7,0. Завершальним етапом є просушування метилових ефірів жирних кислот задля видалення води<sup>[9]</sup>. Наявність води негативно впливає на роботу дизельного двигуна, приводить до розвитку мікроорганізмів в біодизелі і сприяє утворенню вільних жирних кислот, що викликають корозію металевих деталей.

Хімічне рівняння для реакції переетерифікації з метанолом:



Як каталізатор найчастіше використовується гідроксид натрію або калію. Час, необхідний для реакції, – від 1 до 8 годин.

Найшвидше протікає за 70° С – температурі кипіння спирту. Зі зменшенням температури на 10° С швидкість реакції уповільнюється вдвічі. Однак існує думка, що безпечніше реакцію здійснювати при температурі в діапазоні кімнатної – 50-55° С.

Швидкість хімічної реакції може бути підвищена за допомогою ультразвуку. Це дозволяє здійснювати серійне виробництво в безперервному потоці і скоротити капітальні витрати.

При потребі, комплексно характеризувати вихідну сировину можна хімічними аналізами – використанням титрометричних методів для визначення функціональних чисел (кислотного, йодного, омилення, ефірного), а також визначення вмісту гліцерину, фізичними – визначення: густини, в'язкості, температури замерзання.

Переетерифікація рослинних жирів була здійснена 1853 року вченими E. Duffy та J. Patrick, задовго до запуску першого дизельного двигуна. 10 червня 1893 року у місті Аугсбург, Німеччина Рудольф Дизель випробував свій перший одноциліндровий двигун, який був завдовжки 3м та важив 4,5 тони. Двигун вибухнув та ледь не вбив винахідника. На згадку про подію, 10 червня проголошено «Міжнародним днем біодизелю». У 1900 році на всесвітній виставці в Парижі Дизель продемонструвавши свій двигун отримав головну нагороду.

Дизель вірив, що майбутнє для його двигунів за використанням біопалива. У 1912 році він сказав «використання рослинних жирів для виробництва палива може видаватись несуттєвим зараз, але з плином часу такі жири можуть стати настільки ж важливими, як продукти з нафти та вугільної смоли в наш час».

Протягом 1920-х, виробники дизельних двигунів переорієнтували свої двигуни на використання дизельного палива виготовленого з нафти, що має меншу в'язкість порівняно з рослинними жирами. Нафтова промисловість спромоглася здійснити вторгнення на паливний ринок оскільки виробництво палива з нафти було значно дешевшим ніж з біологічної сировини. Як наслідок багаторічний занепад виробництва біопалива. Лише нещодавно на тлі занепокоєння станом довкілля та зменшення різниці у вартості, біопаливо таке як біодизель стало реальною альтернативою.

Дослідження в галузі використання перетерифікованої соняшникової олії та підвищення її якості до стандартів звичайного дизельного палива почалися у ПАР у 1979. До 1983 результати досліджень були опубліковані. Технологічний процес дозволяв виготовляти біодизель, якість якого відповідала нормам звичайного дизельного пального. Австралійська компанія Gaskoks, отримала технологію від південноафриканських дослідників, та спорудила перший пілотний завод для виробництва біодизеля в листопаді 1987, а перший завод для масового виробництва в квітні 1989 (з здатністю переробляти 30 000 тон рапсу на рік).

Протягом 1990-х, заводи були спорудженні у багатьох Європейських країнах, зокрема Чехії, Німеччині та Швеції. Франція розпочала власне виробництво біодизелю з рапсової олії: у звичайне дизельне паливо додається 5 % біодизелю, а у дизельне паливо що використовується громадським транспортом 30 %. Тривають експерименти з використанням 50 % біодизелю. Тим часом, країни у

всьому світі розпочинають розвивати власне виробництво: в 1998 Австрійський Біодизельний Інститут визначив 21 країну де є комерційні проекти з виробництва біодизелю.

У вересні 2005 Міннесота стала першим штатом у США в якому законодавчо встановлена норма відповідно до якої дозволено продаж лише дизельного палива вміст біодизелю в якому не менший 2 %.

Обсяги виробництва біодизелю у світі стрімко зростають. Загалом дизельне пальне, виготовлене з нафти, дешевше ніж біодизель, проте різниця в ціні змінюється на користь останнього відповідно до «ефекту масштабу» (врожайності ріпаку, ефективності використання соломи і шроту, вартості хімічних інгредієнтів (метанолу і луку), глибини переробки гліцеринової води), а також внаслідок постійного зростання цін на нафту та завдяки урядовим субсидіям для виробників біодизелю. Зазвичай, ціна на біодизель нижча, ніж на нафтове дизельне паливо, але через заборону створення демпінгових умов, ціна буде незначно нижча від ціни на звичайний дизель.

За прогнозами ФАО виробництво біодизелю у світі до 2017 року досягне 24 мільярдів літрів. Прогнозується, що більша частина обсягів продукції буде надходити з Індонезії й Малайзії, а головним одержувачем буде ЄС. Саме країни ЄС у 2017 році будуть споживати більше половини світового виробництва біодизеля. [19]

Біля 80% біодизеля, що випускається Євросоюзом, добувається з ріпаку.

Мільйони автомобілів в Європі працюють на біодизелі. Він використовується в чистому виді (B100) або, як суміш з нафтовим дизельним паливом. Чистий, без домішок біодизель може заливатись до баку будь-якого дизельного транспорту.

Біодизель може використовуватися в будь-яких дизельних двигунах без внесення зміни в конструкцію двигуна<sup>[12]</sup>. Однак існує дискусія щодо ступеня безпечності використання біодизелю для таких двигунів. Оскільки біодизель кращий розчинник ніж звичайне дизельне пальне – він «прочищає» двигун, видаляє наліт з паливних трубок, і, отже, може призвести до засмічення інжектора.

Багато автовиробників дуже позитивно налаштовані щодо використання біодизелю, наводячи нижчий рівень зношення двигуна, як одну з переваг цього пального. Однак при переході від

звичайного дизельного пального до біодизелю, можливо, знадобиться заміна паливного фільтра. Більшість виробників оприлюднюють перелік автомобілів, які працюватимуть на 100% біодизелі – наприклад, повний список, наданий концерном «Фольксваген», наведено нижче. (Проте перед використанням біодизелю вперше доцільно проконсультуватись з автовиробником)

Деякі автовиробники залишаються обережними в питанні використання біодизелю. Багато виробників у Великобританії надають гарантійну підтримку на двигуни лише за умови використання не більш як 5% біодизелю, змішаного з 95% стандартного дизельного пального – проте, ця позиція вважається занадто обережною. Відповідно до норм «Пежо» та «Сітроен», дизельні двигуни можуть працювати на 30% біодизелю. «Сканіа» та «Фольксваген» мають інші норми, які дозволяють використовувати 100% біодизелю для більшості їхніх двигунів.

### Переваги та недоліки біодизелю

Переваги	Недоліки
<p>Міжремонтний термін експлуатації двигуна, що працює на біодизелі збільшується приблизно на 50%.</p> <p>Вищий показник змащувальної здатності біодизелю порівняно зі звичайним дизельним паливом – перевага, що сприяє тривалішому «життю» форсунок.</p> <p>Цетанове число біодизелю становить 51 (тоді як в мінерального дизпалива – близько 45), що покращує запуск двигуна.</p> <p>Висока температура спалаху (не менше 11000) робить біодизель одним з найбільш пожежобезпечних видів палива.</p> <p>Кількість викидів шкідливих сполук і твердих часток при роботі двигуна на біодизелі змен-</p>	<p>Біодизель роз'їдає прокладки та трубки з натуральної гуми (натуральна гума переважно використовуються в двигунах, виготовлених до 1992), хоча найвірогідніше, що ці деталі вже замінені на вироби з синтетичної гуми, котра не роз'їдається біодизелем.</p> <p>При використанні звичайного дизельного палива у двигуні та паливних трубках утворюється наліт. При переході на використання біодизелю цей наліт руйнується (так, як біодизель кращий розчинник ніж звичайне дизельне паливо) і засмічує паливні фільтри та інжектори. Тому при пробігу 1000–1500 км з моменту переходу на біодизель рекомендується заміна паливних фільтрів.</p>

шується на 20-25%, чадного газу – на 10-12%, ніж при роботі на мінеральному дизельному паливі. Біодизель не має неприємного бензолowego запаху, а вихлоп машини, що працює на ньому, пахне смаженим насінням.

Біодизель відноситься до екологічних видів палива, а вуглекислого газу в вихлопні рівно стільки, скільки споживається із атмосфери тими ж рослинами, з яких отримується олія. Один гектар ріпаку може поглинати до 20 т вуглекислого газу за сезон.

Біодизель, потрапляючи в довкілля, дуже швидко піддається біологічному розкладанню: один літр мінерального палива здатен забруднити 1 млн. л питної води і привести до загибелі водної флори і фауни, тоді як біодизель при потраплянні в воду не наносить шкоди ні рослинам, ні тваринам. Крім того, він піддається практично повному біологічному розпаду: в ґрунті чи в воді мікроорганізми протягом 21 дня на 90% переробляють біодизель, протягом 28 днів – на 99%<sup>[7]</sup>.

При роботі двигунів на біодизелі значно зменшуються шкідливі викиди інших продуктів згоряння, в тому числі сірки – на 98%, а сажі – від 50 до 61%, гідрокарбонатів – та вуглекислих монооксидів – на 30–34%

Зберігати біодизель понад три місяці не рекомендується, оскільки він розкладається.

Фінансовані виробниками нафтопродуктів дослідження доводять, що для двигунів, звичайне дизельне паливо є кращим ніж біодизель. Але це заперечують незалежні організації, які помітили що біодизель зменшує спрацювання двигуна. Для багатьох стандартних моделей автомобілів атестоване використання біодизелю.

Температура за якої чистий (B100) біодизель починає гуснути значно коливається і залежить від суміші ефірів а відповідно від сировини що використовувалась для виробництва палива. Наприклад біодизель виготовлений з певних різновидів канолі починає гуснути при  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Біодизель виготовлений з тваринних жирів стає гелеподібним при  $+16^{\circ}\text{C}$ . Взимку використовується низькотемпературний біодизель, що містить домішки котрі знижують температуру загуснення біодизелю.

*Біоетанол* – рідке спиртне паливо. Біоетанол можна проводити з будь-якої сировини, що містить цукор і крохмаль, тому головний критерій вибору сировини для заводу – доступність для переробки 365 днів в році і наявність відповідної площі для посіву. Поступовий розвиток галузі створює подьем сільського господарства і дає можливість виробникам пшениці і кукурудзи можливість заробітку на новому ринку збуту, оскільки для виготовлення біоетанолу підходять навіть листя і стебла кукурудзи, раніше відчутного прибутку що не приносили. З однієї тонни кукурудзи здобувається аж до 410 літрів етанолу. Залежно від використовуваного устаткування в процесі вироблення етанолу може бути отриманий ряд інших продуктів, які часто приносять заводам дохід.

З додаванням етанолу бензин збагачується киснем, що сприяє повнішому згоранню і зменшенню викидів окислу вуглецю на 30%, токсичних речовин на 30%, летючих органічних сполук – на 25%. Етанол нетоксичний і розчинимо у воді. Але має і свої недоліки – зокрема, нинішні бензинові двигуни в більшості своїй не годяться для спиртного палива, а значить, перехід на біоетанол неминуче буде зв'язаний з випуском спеціалізованих автомобілів. Крім того, багато супротивників біопалива стверджують, що при згоранні біоетанолу виділяються ті ж самі продукти, що і при спалюванні нинішніх палив. Цей докір, втім, адресований всім видам біопалив, і в якійсь мірі справедливий. Результати досліджень показують, що викиди у біопалив дійсно наявні, але вони менш шкідливі, чим викиди нафтових палив.

Етанолу вельми поширений. Крім палива, його використовують в хімічній і харчовою промишленностях, в медицині, в парфюмерії і косметиці. Етанол в основному служить консервантом і розчинником. [16]

Статистика:

- Відкриття кожного заводу, що проводить 150 млн. етанолу (42 тис дав в добу), забезпечує постійною роботою 700 чоловік і приносить 1.2 млн. доларів в рік до місцевого і державного бюджетів.

- У Євросоюзі прийнятий закон про доведення частки автомобільних біопалив (тобто палив з поновлюваної сировини) до 5.75% до 2010 року

- Проаналізувавши життєвий цикл етанолу, Департамент сільського господарства США прийшов до висновку, що етанол

виробляє 134% енергії, що витрачається при вирощуванні, прибиранні і переробці кукурудзи. Бензин же повертає лише 80% енергії, використовуваний в його виробництві.

- Етанол використовувався в автомобілях ще з тих часів, коли Генрі Форд створив модель форда Т 1908 року, що працює на етанолі.

Біогаз є суміш вуглекислого газу і метану. Найбільш поширений спосіб отримання біогазу – анаеробне зброджування в спеціальних реакторах, що дозволяє отримувати паливо за допомогою знищення шкідливих речовин. Сировиною для біогазу також можуть служити будь-які органічні відходи (трава, листя, гній ітд.). Енергія, що отримується при спалюванні біогазу, досягає від 60% до 90% тієї енергії, якою володів початковий матеріал.

Виробництво і використання біогазу для потреб людини і суспільства (виробництво електроенергії, тепло або пара, освітлення, опалювання, приведення в дію механізмів, автомобільне паливо) запобігає викиду в атмосферу метану, який викликає парниковий ефект, а також знижує застосування хімічних добрив, скорочуючи навантаження на ґрунтові води. Серед промислово розвинених країн провідне місце у виробництві і використанні біогазу належить Данії – біогаз займає до 18 % у її загальному енергобалансі.

Біоетанол – це етанол, який отримують у процесі переробки рослинної сировини для використання як біопаливо. Світове виробництво біоетанолу як пального для транспорту зросло з 17 млрд. літрів у 2000 до 52 млрд. літрів у 2007.[20]

Біоетанол використовується переважно в Бразилії та Сполучених Штатах, і разом ці країни забезпечили у 2008 році 89% світового виробництва етанолу. [21] Більшість автомобілів США можуть працювати на суміші 10% біоетанолу та бензину, це законодавчо закріплено в деяких штатах і містах. [23] З 1976 року бразильський уряд зробив обов'язковою суміш біоетанолу з бензином, а з 2007року обов'язковою є суміш 25% етанолу та 75% бензину (суміш E25). [24] Етанол у Бразилії виробляється переважно з цукрової тростини, а в США – з кукурудзи.

Біоетанол, на відміну від нафти, є однією з форм використання поновлюваних джерел енергії, які можна отримати з сільськогосподарської сировини. Його можна виготовляти з цукрової трос-

тини, картоплі, маніоку та кукурудзи. Проте дискусійним є питання користі заміни бензину біоетанолом. Занепокоєння з приводу його виробництва й використання викликає велика кількість орних земель, необхідних для сільськогосподарських культур, [25] а також витрати енергії та забруднення навколишнього середовища. Останні події у виробництві целюлозного етанолу й комерціалізація цього процесу можуть розв'язати деякі з цих проблем. [28]

Вважається, що саме паливний етанол має найбільший потенціал, з огляду на невичерпні джерела його отримання. А ними можуть бути трав'янисті рослини та деревина, відходи сільського господарства та деревообробної промисловості, а також побутове сміття.

Етанол – найдревніший продукт біотехнології, яка зародилася не менше 4 000 років до нашої ери у древньому Єгипті та Вавілоні. У цій технології цукри (глюкоза, сахароза та деякі інші) зброджують (ферментують) у безкисневому середовищі пекарськими (спиртовими) дріжджами. Ще донедавна майже весь етанол, отриманий шляхом дріжджового зброджування цукрів, використовувався для виробництва алкогольних напоїв. Лише незначна його кількість, переважно отриманого хімічним шляхом, застосовувалась у промисловості.

Однак протягом останніх 25 років ситуація докорінно змінилася. Тепер уже більше половини світового виробництва етанолу використовується як додаток до палива для двигунів внутрішнього згоряння (бензину), і лише близько 15% – для виробництва спиртних напоїв. Наприклад, 1998 р. світова продукція етанолу становила 31 млрд. літрів. Продукція харчового етанолу (спирт, необхідний для виробництва спиртних напоїв) становила близько 4 млрд. літрів, етанолу, що використовується в хімічній промисловості, – 8 млрд. літрів, а паливного етанолу – близько 20 млрд. літрів. Лише 7% етанолу було отримано шляхом хімічного синтезу, а 93% – з допомогою дріжджової ферментації (біотехнологічного синтезу). Близько 60% останнього виробляється з цукру, решта – з зерна. Цікаво, що обсяги виробництва харчового спирту залишаються незмінними з 1975 р., тоді як виробництво паливного етанолу рік у рік зростає (з 2 млрд. літрів у 1975-му до майже 20 млрд. літрів у 1998-му).

На сьогодні весь паливний етанол продукується біотехнологічно – шляхом збродження (дріжджами) або цукрів (цукрова тростина), або крохмальовмісної сировини (в основному кукурудза).

Надзвичайно важливий, так би мовити, глобальний позитивний ефект використання біоетанолу як палива, адже вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>), що виділяється під час його спалення, має первинне атмосферне походження. Тобто його можуть знову асимілювати рослини, які в майбутньому служитимуть джерелом отримання паливного етанолу. Коли ж використовується викопне паливо, то виділений ним CO<sub>2</sub> є додатковим джерелом сумнозвісного парникового ефекту.

Паливний етанол, отриманий з цукрової тростини, сьогодні повністю себе окупає. Його виробництво в Бразилії щороку, починаючи з 1990-го, зростало на 4%, а собівартість щорічно знижувалась на 3%. Причина цього лежить на поверхні – науково-технічний прогрес галузі: з'явилися нові сорти та поліпшилися технології культивування цукрової тростини, нові технології екстракції цукру, ферментації та дистиляції. Виробництво етанолу з кукурудзи, що практикують США, незважаючи на зменшення собівартості паливного етанолу на 2/3 протягом останніх 15 років, менш прибуткове. Та навіть сьогодні США надають істотні податкові знижки на паливний етанол, щоб здешевити його, порівняно з бензином.

Основними способами здешевлення цього продукту можуть бути заміна сировини для його виробництва і кардинальні зміни технології алкогольної ферментації.

Заміна сировини полягає в тому, що замість зерна злаків для перетворення в етанол використовуватиметься біомаса цілих рослин, як трав'янистих, так і дерев, включно з відходами сільського господарства, деревообробної промисловості і навіть твердими комунальними відходами (сміття). В основному суха біомаса трав'янистих та дерев'янистих рослин складається з целюлози (полімер глюкози), геміцелюлози (полімер глюкози та іншого цукру – ксилози) та лігніну (полімер ароматичних спиртів), скорочено – лігноцелюлози. Використання таких нетрадиційних матеріалів сировини робить сировинну базу для отримання паливного етанолу практично невичерпною. Підрахунки свідчать: використання для виробництва паливного етанолу лише відходів сільського господарства, деревообробної промисловості та комунальних

відходів дозволило б США замінити етанолом 40% бензину. Спеціальне ж культивування певних дерев'янистих (наприклад, вільха, осика) та трав'янистих (зокрема сорго) рослин для подальшого перетворення на етанол могло б забезпечити решту 60%.

Проблему алкогольної ферментації лігноцелюлози вивчають, щонайменше, 20 років. Проходять спеціалізовані міжнародні конференції, видаються спеціальні наукові періодичні журнали Biomass and Bioenergy («Біомаса та біоенергія»), Renewable Energy («Поновлювана енергія»), Bioresource Technology («Технологія біоресурсів») тощо. Але проблема виявилась досить складною. Нагадаємо, лігноцелюлоза складається з трьох типів біополімерів – целюлози, геміцелюлози та лігніну. Перші два можна гідролізувати до відповідних мономерів, цукрів, серед яких основні глюкоза (до 40% вмісту) та ксилоза (до 30% вмісту). Методи такого гідролізу, як хімічні, так і ензиматичні, ще далекі від оптимальних. Добре відомі пекарські (спиртові) дріжджі, що ефективно зброджують до спирту глюкозу і здатні ферментувати до етанолу ксилозу, донедавна не були описані взагалі, що, напевно, пояснюється відсутністю вільної ксилози в природі. Все ж такі дріжджі були виявлені, однак вони акумулюють незначні кількості етанолу при ферментації ксилози.

На сьогодні найефективнішим способом отримання етанолу з рослинної сировини (лігноцелюлози) вважається одночасний ферментативний гідроліз целюлози і геміцелюлози з наступною ферментацією отримуваних вільних цукрів до етанолу. Описано грибні целюлази та геміцелюлази, що ефективно гідролізують подрібнену лігноцелюлозу, однак ці ферменти оптимально функціонують при високій температурі (45° C), тоді як відомі на цей час дріжджі зброджують цукри лише при 30° C.

Україна також має великі можливості промислового виробництва паливного етанолу. Оскільки наша держава виробляє багато продуктів рільництва, щорічно нагромаджується велика кількість сільськогосподарських відходів – соломи, кукурудзяних качанів, лузги соняшника). Окрім того, накопичена значна кількість твердих комунальних відходів, які теж в основному складаються з лігноцелюлози. Україна – великий виробник харчового спирту. Водночас багато вітчизняних спиртових заводів працюють з неповним завантаженням або взагалі простоюють. У перспективі потужності

цих підприємств можна використати для виробництва біопаливного етанолу з лігноцелюлози, однак таке виробництво має бути рентабельним. Вочевидь, ціна біопаливного етанолу залежатиме як від податкової політики держави, так і від його собівартості, що, своєю чергою, диктується технологією одержання. Попри те, що створення новітніх технологій отримання біопаливного етанолу – дуже актуальна проблема, в Україні донедавна наукові розробки в цьому напрямі не велися взагалі.

Однак поки що існують нерозв'язані наукові проблеми загальнішого характеру, розв'язання яких могло б зробити виробництво паливного етанолу набагато ефективнішим.

Одна з таких проблем полягає в необхідності здешевлення процесу дистиляції етанолу з ферментаційної рідини. Класичний процес надзвичайно енергомісткий (63% усіх енерговитрат процесу виробництва етанолу – витрати на дистиляцію). Це пов'язано з порівняно високою температурою кипіння етанолу (78° С). Кілька років тому американські дослідники запропонували зупиняти процес спиртового бродіння на стадії оцтового альдегіду (температура кипіння 21° С), який можна при кімнатній температурі перетворювати на етиловий спирт з допомогою хімічного каталізу. Однак досі ефективних способів зупинення спиртового бродіння на стадії утворення оцтового альдегіду не було розроблено. Науковці Інституту біології клітини НАН України (м. Львів) вперше запропонували проводити спиртове бродіння з використанням спільної культури пекарських (спиртових) і спеціально отриманих в Інституті мутантних штамів метилотрофних дріжджів. Це справді веде до нагромадження як кінцевого продукту не етанолу, а оцтового альдегіду, дуже легкої сполуки, яка випаровується спонтанно з ферментаційної рідини при кімнатній температурі без будь-якої перегонки.

Усі відомі промислові процеси спиртового бродіння – періодичні, тобто потребують поновлення процесу ферментації після нагромадження близько 10% етанолу, що зумовлено високою токсичністю останнього для дріжджів. Спроби здійснити безперервне спиртове бродіння, під час якого нагромаджуваний етанол постійно б видалявся, а цукрові субстрати для бродіння постійно б додавались, успіху не мали. Згадана вище ідея – використовувати для спиртового бродіння сумісну культуру спиртових і метилотрофних дріжджів з утворенням оцтового альдегіду як кінцевого

продукту – може також розв’язати проблему безперервного спиртового бродіння. Якщо ферментацію вести при температурі, вищій за температуру кипіння оцтового альдегіду, останній не нагромаджуватиметься, а спонтанно випаровуватиметься з ферментаційної рідини, і процес його утворення з цукрів може бути безперервним.

#### 1.4. Біогаз як вид біопалива

Ще одним можливим шляхом доповнення та часткової заміни традиційних видів палива є отримання й використання *біогазу*. Важливий аргумент на користь цього джерела енергії – необхідність вирішення на сучасному рівні екологічних проблем, пов’язаних із утилізацією відходів. Однією з основних тенденцій у розгортанні екологічно безпечної переробки органічних відходів є розвиток комплексних технологій утилізації біомаси за рахунок метанового зброджування, в результаті якого утворюється біогаз.

Біогаз утворюється з бактерій в процесі біо-деградації органічного матеріалу в анаеробних (без доступу повітря) умовах. Цей тип біогазу складається, головним чином, з метану та двоокису вуглецю. Вміст енергії в біогазі безпосередньо залежить від вмісту метану. Чим вищий вміст таких речовин, як жири і крохмаль, які легко розпадаються на ферментну масу, тим більший вихід газу [31].

Існує широкий спектр органічних субстратів для виробництва біогазу. Україна, маючи потужну сільськогосподарську базу, має потужний потенціал щодо виробництва біогазу. Надзвичайно придатною сировиною для заводів з виробництва біогазу є гній ВРХ, свинячий гній та курячий послід, оскільки основна бактерія, що виробляє метан, вже міститься в шлунку тварин. Однак, специфічне виробництво газу нижче, а вміст метану становить близько 60-65% через попереднє бродіння в шлунку. Збір і вивіз гною великої рогатої худоби і свинячого гною, та курячого посліду з ферм – є предметом державного регулювання відповідно до Державних норм технологічного проектування. Тип вивозу (механічного або гідравлічного) також впливає на склад гною і його подальші енергетичні характеристики. Крім того, дані державні норми також визначають добові норми виходу екскрементів ВРХ, свиней та курей.

У 2010 р. налічувалося близько 4,5 млн. голів великої рогатої худоби, 7,9 млн. голів свиней та 203,3 млн. голів птиці в Україні. Значна кількість великої рогатої худоби та свиней утримуються у приватних домогосподарствах. Крім того, існує безліч дрібних сільськогосподарських підприємств, які мають невелику кількість худоби, однак не можуть вважатися надійними постачальниками сировини через складності збору тваринних відходів. Якщо не враховувати приватні домогосподарства під час оцінки потенціалу, то у сільськогосподарських підприємствах, які можна розглядати як потенційних постачальників сировини (відходи тваринництва) для виробництва біогазу в Україні, налічується близько 34% великої рогатої худоби, 42% свиней і 50% птахів. Для того, щоб забезпечити сировиною біогазовий завод із встановленою електричною потужністю 0,5 МВт ел, необхідно принаймні 2 тис. (дійних) корів, або 25 тис. постійного поголів'я свиней, або 250 тис. курей-несучок (або 500 тис. бройлерів).

Як свідчать дослідження експертів Інституту економічних досліджень та політичних консультацій, за рахунок доступної в Україні сировини, як то свинячий гній і гній великої рогатої худоби, курячий послід і кукурудзяний силос, Україна могла б щорічно виробляти до 5,543 млрд. м<sup>3</sup> біогазу. Трансформуючи його в електричну енергію, ця кількість означала б приблизно в два рази більше електроенергії, а саме 11,086 млрд. кВтгод, що становить близько 6% щорічного виробництва електричної енергії в Україні.

Нововведенні «зелені тарифи» можуть стати стимулом для виробників відновлюваної енергії. Різниця між поточним рівнем «зелених тарифів» і роздрібним тарифом на електроенергію дають інвесторам можливість заробляти близько 1 грн. за кожен кВт/год виробленої енергії.

Відповідно до наведених розрахунків, у 2010 р. загальний річний прибуток від продажу електроенергії становив близько 7 млрд. грн., 14 млрд. грн. і 42 млрд. грн. для заводів зі встановленими електричними потужностями відповідно у 0,5 МВтел, 1 МВтел та 3 МВтел. Біогазові заводи, де кукурудзяний силос використовують в якості сировини, показують найвищу вартість виробленої енергії. Ефект масштабу допоможе скоротити витрати і зробить потенціал заводу із встановленою потужністю від 1 МВтел і вище привабливішим для інвесторів за визначених умов.

Виробництво біогазу (і електроенергії) біогазовими заводами зі встановленою електричною потужністю від 1 до 3 МВтел, що працюють на кукурудзяному силосі, за умов сплати зеленого тарифу, стабільного рівню цін і тарифів, та використання міжнародних технологій є прибутковим. Виробництво біогазу зі свинячого гною та гною великої рогатої худоби є вигідним, навіть на невеликих підприємствах із встановленою потужністю 0,5 МВтел. Зі збільшенням встановленої потужності покращуються показники прибутковості. З точки зору рентабельності дешевша сировина є ключовим фактором, що відрізняє біогазовий завод, який працює на гною свиней та ВРХ, на кукурудзяному силосі і курячому посліді. Біогазові заводи, що працюють на курячому посліді, є привабливими для інвестицій, починаючи лише зі встановленої електричної потужності на рівні 1 МВтел.

Тому, якщо гній великої рогатої худоби і свинячий гній використовуються як сировина для виробництва біогазу в Україні, таке виробництво вигідне на всіх трьох проаналізованих рівнях встановленої електричної потужності. Прибутковим є біогазовий завод, що працює на кукурудзяному силосі чи курячому посліді зі встановленою електричною потужністю рівною та більшою 1 МВтел.

За існуючого потенціалу сировини, Україна може замінити близько 4-7% виробництва електроенергії електричною енергією з біогазу. Проте, це стане можливим тільки у випадку, якщо уряд примусить виконувати попередньо-ухвалені законодавчі акти щодо «зелених тарифів» [31].

*Таблиця 1.1*

**Ефективність використання гною  
для одержання біогазу**

Показник	Варіанти одержання біогазу					
	Із 1 т гною тварин	Із обсягів		з 1 т пта- шиного посліду	Із обсягів	
		2012 р.	2020 р.		2012 р.	2020 р.
Кількість гною, т/ МЛН. Т	1	50	93	1	7,9	12,0
Собівартість, грн./млн. грн	50	2500	4650	20	158	240

Продовження таблиці 1.1

Собівартість виробництва біогазу, м <sup>3</sup> /млн. м <sup>3</sup>	60	3000	5580	60	474	720
Разом витрат	110	5500	10230	80	632	960
<b>Буде одержано:</b>						
Біогазу, м <sup>3</sup> /млн. м <sup>3</sup>	62	3100	5766	100	790	1200
Азоту, кг/тис.т	5,7	285	530	25	165,9	252
Фосфору, кг/тис.Г	5,5	275	511	10,5	82,95	126
Калію, кг/тис.т	6,2	310	577	8,5	67,15	102
Разом NPK, кг/тис.т	17,4	870	1618	40	316	480
Ціна 1 кг NPK міндобрив, грн	8	8	8	8	8	8
Ціна 1 м <sup>3</sup> газу, дол.США	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Ціна 1 м <sup>3</sup> газу, грн	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88	2,88
Вартість NPK, грн./млн. грн	139,2	6960	12944	320	2528	384
Вартість біогазу, грн./ млн. грн	178,56	8928	16606	288	2275	3456
Разом, грн./млн. грн	317,76	15888	29550	608	4803	7296
Енергія, млн. грн	206,76	10388	19320	528	4171	6336

*Джерело: Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / за редакцією М.В. Зубця, П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова . – К.: ННЦ ІАЕ, 2011.*

Крім того, на птахофабриках сільськогосподарських підприємств може бути вироблено у 2012 р. 7,9 млн. т гною та одержано 790 млн м<sup>3</sup> біогазу (при виході 100 м<sup>3</sup> з 1 т), а в 2020 р. – 1200 млн.м<sup>3</sup>, у цілому у тваринництві й птахівництві можна одержати у 2012 році біогазу 3890 і в 2020 році – 6999 млн м<sup>3</sup>. Крім того, після збродження може бути одержано органічних (біологічних) добрив у 2012 р. – 1186 і у 2020 р. 2098 тис.т NPK.

Усього буде одержано економії в 2012 р. 14559 млн грн., а у 2020 р. – 25656 млн грн. Отже, використання соломи для виробництва гною дає змогу виробити в найближчі роки (2010 р.) 1,37 млн т діючої речовини добрив і зекономити 5,8 млрд.грн коштів із поступовим збільшенням у перспективі (2020 р.) – відповідно до 2,53 млн т і 10,86 млрд.грн.

Таблиця 1.2

**Розрахунок економії від використання соломи  
для одержання органічних добрив**

№ п.п.	Показник	При			
		внесенні гною у ґрунт		безпосередньому у внесенні в ґрунт соломи	
1	<i>Економія з розрахунку на 1 т соломи</i>	108		22	
1.1	Мінеральних добрив NPK, кг				
1.2	Коштів, грн.	464		91	
2	<i>Економія загальна</i>	2012 р.	2020 р.	2012 р.	2020 р.
2.1	Кількість використаної соломи, млн. т	12,7	23,4	28,8	37,5
2.2	Буде вироблено гною, млн. т	102	187	-	-
2.3	Еквівалентно мінеральними добривам, NPK, млн. т	1,37	2,53	0,63	0,82
2.4	Економія коштів, млрд. грн.	5,89	10,85	2,62	3,41

*Джерело: Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / за редакцією М.В. Зубця, П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова . – К.: ННЦІАЕ, 2011.*

Для цього необхідно виробляти гній, утримуючи на глибокій підстилці не тільки ВРХ, а й відгодівельне поголів'я свиней, овець, щоб значно збільшити виробництво гною з меншими затратами коштів та праці. При внесенні соломи в ґрунт буде одержано в 2011 р. 0,63 млн т діючої речовини і 2,62 млрд грн, економії, у 2020 р. – відповідно 0,82 млн т і 3,41 млрд грн.

Таблиця 1.3

**Розрахунок економії від використання соломи  
для одержання тепла**

№ пп	Показник	Варіанти використання соломи як палива при ціні 1 тис. м <sup>3</sup> природного газу, дол..США					
		1		2		3	
1	Економія з розрахунку на 1 т соломи	450		360		275	
1.1	Мінеральних добрив NPK, кг	12		12		12	
1.2	Природного газу, тис.м <sup>3</sup>	0,4		0,4		0,4	
1.3	Коштів	736		44	1-8	176	
2	Економія загальна	2011р.	2020 р.	2011 р.	2020 р.	2011 р.	2020 р.
2.1	Кількість використовуваної соломи, млн. т	55,8	84,1	55,8	84,1	55,8	84,1
2.2	Буде одержано Добрив, NPK, млн. т	0,67	1,0	0,67	1,0	0,67	1,0
2.3	Природного газу, млрд. м <sup>3</sup>	22,3	33,6	22,3	33,6	22,3	33,6
2.4	Економія коштів, млрд. грн	41,07	61,9	25,0	37,7	9,8	14,8

Також є можливість у 2012 р. зекономити природного газу 22,3 млрд м<sup>3</sup> та при вартості 1 м<sup>3</sup> 360 дол. США мати економію в 25 млрд грн., а в 2020 р. – відповідно 33,6 млрд.м<sup>3</sup> і 37,7 млрд грн. за умов використання соломи як палива для одержання тепла. При вартості 1 м<sup>3</sup> газу 275 дол. США економія становитиме відповідно 9,8 і 14,8 млрд. грн.

Сировина для виробництва біогазу – насамперед різноманітні органічні відходи агропромислового комплексу, які багаті на целюлозу та інші полісахариди. Перетворення органічних решток на біогаз відбувається внаслідок цілого комплексу складних біохімічних перетворень. Цей процес отримав загальну назву ферментації біомаси. Він відбувається лише завдяки бактеріям і здійснюється у спеціальних технологічних установках – ферментато-

рах. Необхідність створення та підтримування оптимальних умов для росту й існування культури бактерій у ферментаторі визначає собівартість одержання біогазу.

При підрахунку собівартості біогазу необхідно враховувати вартість заходів із утилізації відходів і захисту навколишнього середовища. У такому разі побудова й експлуатація біогазових установок завжди матиме позитивний економічний ефект. Розрахунки свідчать, що, незважаючи на значні капітальні вкладення, термін окупності промислової біогазової установки становить близько трьох років. Обсяги сучасного виробництва біогазу з агропромислової сировини в Україні оцінюють на рівні 1,6 млн. тонн умовного палива. Враховуючи технологічні можливості використання зеленої маси як вихідної сировини для одержання біогазу, потенційні можливості синтезу біогазу та використання його як палива можна вважати істотно більшими.

Нещодавно з'явилися і повідомлення про можливість переробки органічних сполук рослинного походження з одержання водню, який, із погляду екології, є ідеальним паливом, що має високу теплотворну здатність (12,8 кДж/м<sup>3</sup>) і згорає без утворення будь-яких шкідливих домішок. Існують фототрофні бактерії, здатні виділяти водень під дією світла. Поки що вони працюють досить повільно. Але в них закладені природою такі біохімічні механізми і містяться такі ферменти, які дозволяють каталізувати утворення водню з води. Деякі ферменти паралельно з воднем утворюють і кисень, тобто відбувається фотоліз води. Прикладом може бути система, що включає хлоропласти або хлорофіл і фермент гідрогенезу. Хоча цей напрям поки що не дав практичних результатів, він досить перспективний для подальшого розвитку біоенергетики.

Наступним напрямком розвитку біоенергетичного сектору є вирощування енергетичних культур на забруднених землях зони відчуження Чорнобиля. Державне агентство з управління зони відчуження планує до березня 2012 р. вивчити можливість виробництва в Чорнобильській зоні біопалива. У березні 2011 р. дане Держагентство підписало меморандум про співробітництво з Wageningen University and Research Centre, Інститутом біомаси та стійкого розвитку, створений за підтримки Центру з біоенергетики Полтавської аграрної академії і бельгійсько-українським підприємством з вирощування і використання біомаси PhytoFuels Investments.

Метою меморандуму є реабілітація радіоактивно забруднених земель Чорнобильської зони шляхом вирощування енергетичних рослин для подальшої їх переробки в біопаливо, яке буде використовуватися для виробництва електроенергії, теплової енергії або їх комбінованого виробництва. Після проведення необхідних досліджень частина отриманих даних буде використана під час підготовки техніко-економічного обґрунтування реалізації проекту.

Крім того, під час підготовки ТЕО також буде враховано розроблений близько 10 років тому нідерландським інститутом за рахунок коштів Європейського Союзу проект використання біомаси в Чорнобильській зоні. Зі слів співзасновника PhytoFuels Investments Лоїка Лермін'йо, при використанні до 40-45% площі земель зони, які раніше були сільгоспугіддями, можна робити біопаливо з подальшим виробленням електроенергії потужністю не менш як 200 МВт. Як сировина для біопалива розглядається можливість вирощування проса прутувидного, а також утилізації частини наявної в зоні деревини та іншої рослинності. Планується, що зола, яка утворюється в результаті спалювання біопалива буде бетонуватися і захоронюватися на території споруджуваного комплексу з дезактивації, транспортування, переробки і похованню РАВ «Вектор».

Реалізація проекту дасть можливість прискорити проведення заходів щодо реабілітації земель Чорнобильської зони, забезпечить її власними джерелами електроенергії та тепла і створить додаткові робочі місця.

За підрахунками науковців, половину забруднених земель зони відчуження можна використовувати для вирощування «енергетичних культур»: проса, ріпаку, кукурудзи. З цієї сировини можна виробити 200 мегават електроенергії, що приблизно дорівнює генерації одного блоку невеликої атомної станції. Цих потужностей вистачило б на забезпечення електроенергією та теплом до 400 тисяч домогосподарств.

Поки це лише проектні розрахунки вчених з Українського інституту біомаси та стійкого розвитку, Нідерландського науково-дослідницького центру та бельгійсько-українського підприємства з вирощування та використання біомаси. Цей проект допоміг би повернути радіаційні землі знову у господарський обіг, сприяти зайнятості людей та зробити вливання у місцеву економіку. А також в разі збільшити обсяги виробництва відновлювальної енергетики в Україні.

## **РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СТАНУ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА**

### **2.1. Стан та розвиток виробництва біопалива в країнах ЄС**

В світі значно зростає застосування відновлювальних джерел енергії, частка яких в світових обсягах енергоспоживання нині становить 14 %. Країни Європейського Союзу, відповідно до прийнятих директив, планують до 2020 р. збільшити її до 20 %.

Основні причини, що спонукають уряди провідних країн запроваджувати політику сприяння розвитку біопалива, як альтернативи традиційним видам палива, є: прагнення підвищити енергобезпеку; вичерпність нафти та природного газу упродовж наступних 50-60 років; екологічні аспекти, які відповідають вимогам Кіотського протоколу; розвиток інфраструктури сільських територій та створення нових робочих місць.

За останні півтора століття людство стало свідком дуже різких за геологічними мірками кліматичних змін. Що швидшими є такі зміни, то важче природі пристосуватися до них. Для людства адаптація до нових кліматичних реалій має конкретне економічне вираження. Саме розмір можливих збитків унаслідок кліматичних змін є тим мотивом, який змушує шукати шляхи послаблення тиску на кліматичну систему.

Разом із тим, з метою недопущення скорочення використання продовольчих культур на користь нарощення виробництва біопалива, провокування росту цін на продукти харчування Європарламент прийняв рішення знизити частку біоетанолу в автомобільному пальному з 10 до 5 %. Власне виробництво біоетанолу в ЄС становить близько 3 млрд л, а споживання досягає майже 3,5 млрд л [47].

Станом на березень 2009 р. у країнах ЄС працювало до 50 заводів із виробництва паливного етанолу. Аналіз структури виробництва етанолу в Європі свідчить, що воно в основному сконцентровано у Франції, частка якої в загальному європейському виробництві складає 33 %, у Німеччині – відповідно 22 та Іспанії – 20 %. В країнах Європейського Союзу споживання біоетанолу з 2006 р. по 2009 р. зросло з 880 тис. т до 3,4 млн. т, або майже у 4 рази. У Німеччині в 2009 р. споживання біоетанолу збільшилося на

44 %, а в 2010 р. його щомісячне використання становило 83 тис. т, що дорівнює 5,5 % від місячного споживання бензину.

Нарощує виробництво біоетанолу і Азія: домінуючим виробником паливного біоетанолу цього континенту виступає Китай, де випуск та споживання біоетанолу досягає 2 млрд л [53].

Станом на початок 2011 р. у світі налічується 575 заводів з випуску етанолу загальною продуктивністю 80,6 млн т. Основною сировиною для виробництва біоетанолу є цукрова тростина, кукурудза, цукрові буряки, пшениця.

За оцінками компанії The Global Renewable Fuels Alliance (GRFA), світове виробництво етанолу у 2010 р. досягне 68,2 млн т. Приріст порівняно з 2009 р. становитиме 16,3 %, а в 2011 р. випуск етанолу замінить потребу у 370 млн барелів нафти або 50,7 млн т.

У 90-і роки в багатьох європейських країнах були збудовані заводи з одержання біодизеля, зокрема у Франції, Німеччині, Швеції та Чехії. У той же час в інших частинах світу розпочали виробництво біодизеля і в 1998 р. уже в 21 країні його одержували на комерційній основі.

В Європі біодизель використовується переважно за двома принциповими схемами: «французькою» і «німецькою». За «французьким варіантом» головним споживачем біопального є автотранспорт, зокрема автобуси, проїзд яких у деяких великих містах і в окремих провінціях на традиційному дизельному пальному заборонений. При цьому штрафи за недотримання норм викидів токсичних речовин перевищують різницю вартості біодизеля і дизпалив. Виходячи з такої схеми, біодизель у Франції одержують в основному централізовано на потужних установках – 5 -10 тис. т/рік. Використовують його переважно як добавку до звичайної солярки із доведенням добавки до 5-відсоткової концентрації. За «німецьким» варіантом біодизель застосовується у чистому вигляді переважно сільськогосподарськими виробниками у власній техніці. Фермери або кооперативи фермерів вирощують ріпак, посівні площі якого сягають 10- 12% орних земель, і на малопотужних установках виробляють з нього до 3 тис. т/рік біопалива. В країні виробляється кілька марок дизельних двигунів для роботи на чистій ріпаковій олії та РМЕ. Близько 1500 автозаправних станцій продають понад 1,2 млн тонн біодизельного пального з ріпаку за рік.

У 2008 р. виробничі потужності країн-членів ЄС-27 з виробництва біодизеля становили 16 млн тонн, що майже у 8 разів більше, ніж 2003 р (табл. 2.1). Майже подвійне зростання потенціалу ЄС у 2009 р. на 2 млн тон було забезпечене Іспанією. Німеччина та Великобританія показали навіть зниження потужностей з виробництва біодизеля у цей рік порівняно з 2008р. Такі виробники як Diester Industry (Франція), ADM Biodiesel (Німеччина) та Biopetrol Industries (Німеччина/Нідерланди) мали потужності відповідно 2 млн тон, 1 млн тон та 0,75 млн тон і були безумовно головними гравцями ЄС на європейському біодизельному ринку у 2008 р.

Таблиця 2.1

**Виробничі потужності біодизельних заводів  
(тис.т.) в країнах ЄС з 2003-2009 рр.**

Країна	2003 р.	2005 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.
Німеччина	1,025	1,903	4,361	5,302	5,2
Іспанія	-	100	508	1,267	3,656
Франція	500	532	780	1,980	2,505
Італія	420	827	1,366	1,566	1,910
Нідерланди	-	0	115	571	1,036
Греція	-	35	440	565	715
Австрія	50	125	326	485	707
Бельгія	-	55	335	665	705
Великобританія	5	129	657	726	609
Польща	-	100	250	450	580
Португалія	-	6	246	406	468
Болгарія	-	-	65	215	435
Фінляндія	-	0	0	170	340
Чехія	-	188	203	203	325
Румунія	-	-	81	111	307
Словаків	-	89	99	206	247
Словенія	8	12	212	212	212
Інші	41	127	245	900	952
Всього ЄС 27	2,048	4,228	10,289	16,000	20,909
Зростання		+88,2%	+69,5%	+55,5%	+30,7%

За період 2003-2008 рр. виробництво біопалив в ЄС наблизилось майже до 10 млн тон, 77% з яких становить біодизель. Незважаючи на не завантажені виробничі потужності, ЄС як і раніше виробляє близько 65% біодизелю в усьому світі.

Європейська біодизельна рада (ЕВВ) вказала, що у 2008 р виробництво біодизельного палива збільшилося на 36% до майже 7,8 млн т. У період з 2007-08 рр зростання виробництва біодизеля в ЄС було значно нижчим, після досягнутого 65 %-го рівня у 2005 р і 54%-го у 2006 р. Цю ситуація слід розглядати, в першу чергу, на тлі економічного спаду та недобросовісної конкуренції з боку субсидованого імпортованого американського біодизелю (так званого В99), що спричинило різкий спад маржі між прибутком і витратами.

За даними EurObserv'ER споживання біопалива в ЄС досягне 16,5 млн т н.е у 2010 р що відповідає частці 5,3% від загального обсягу використання палива в автомобільному транспорті.

Стрімкими темпами нарощують виробництво біопалива ряд країн Південної Америки. Представники Oil World повідомили, що виробництво біодизеля в Бразилії та Аргентині в 2011 р. збільшиться відповідно на 0,3 і 0,4-0,5 млн. тонн. Крім того, активний розвиток біодизельної промисловості очікується в зазначений період в Індонезії та Сінгапурі, тоді як у Європі показник виробництва товару залишиться на колишньому рівні.

Світовий прогноз передбачає досягнення в 2030 р. виробництва 150 млн. т біопалива при щорічному його прирості 1-9%.

Таким чином, огляд світового досвіду демонструє, що рідкі біопалива стають перспективною і популярною категорією енергетичних ресурсів, яка за своїм значенням для світової енергетики посідає наступну позицію після твердих палив із біомаси. При цьому нині у країнах ЄС частка рідкого біопалива не значна в результаті насамперед високої вартості виробництва, що робить рідке біопаливо неконкурентоспроможним, порівняно з традиційним паливом, яке виробляється з нафти. Незважаючи на високу собівартість, виробництво рідкого палива з біомаси у країнах ЄС динамічно зростає. Перш за все це стає можливим завдяки екологічно продуманій економічній політиці на державному рівні. Основні шляхи розвитку виробництва рідкого біопалива, призначеного для транспортних засобів із дизельними двигунами та

двигунами внутрішнього згорання, безпосередньо пов'язані з вирощуванням олійних культур та рослин із великим вмістом крохмалю. Залежно від виду сировини і масштабів виробництва, витрати на виготовлення рідких біопалив змінюються в діапазоні від 0,4 дол./дм<sup>3</sup> для етанолу з кукурудзи у США до 0,6 дол./дм<sup>3</sup> для метилових ефірів вищих жирних кислот із рослинних олій у Європі. Порівняно з ними вартість виробництва рідкого палива з корисних копалин становить близько 0,2 дол./дм<sup>3</sup>. Хоча сьогодні виробництво рідкого біопалива – процес дорожчий, експерти стверджують, що різниця у вартості біо- та мінерального пального почне зникати приблизно в кінці 2011 році. На основі проведених у США досліджень встановлено, що вартість ліквідації негативних наслідків, які спостерігаються в навколишньому середовищі й викликані виробництвом і застосуванням палива з корисних копалин, коливається в межах від 0,1 до 0,4 дол./дм<sup>3</sup>. Таким чином, сумарний баланс вартості вказує на те, що пальне, отримане з поновлюваних біологічних джерел, може бути дешевшим у валовому економічному розрахунку [38].

Лідером у використанні соломи в якості палива є Данія, в якій побудовано 8 тис. фермерських установок потужністю 0,1-1,0 МВт, 62 теплові станції потужністю 1-10 МВт і 9 комбінованих теплоелектростанцій. Із загального обсягу врожаю соломи 6 млн. т 14% використовується для виробництва енергії. Крім Данії, солону використовують Австрія, Швеція, Фінляндія і Франція. При цьому, розвиток біоенергетики впливатиме на виробниче спрямування діяльності сільськогосподарських підприємств, а саме з продовольчого на формування сировинної бази для виробництва біопального. Тому особливої актуальності набуває оцінка соціальних та екологічних наслідків такої трансформації. Складові величини продовольчої безпеки – наявність, доступність, стабільність і споживання, вимагають особливої уваги на державному рівні.

У країнах ЄС на даний момент існує досить високий рівень законодавчого забезпечення окреслених проблем. Енергетична політика Європейського Союзу переслідує три мети: створення конкурентного внутрішнього енергетичного ринку, розвиток відновлювальних джерел енергії, скорочення залежності від імпорту енергоносіїв та збільшення енергоефективності. Адже, потреби ЄС в енергії з 1986 р. зростають зі швидкістю приблизно 1-2% в рік.

Але внутрішніх ресурсів все одно недостатньо для задоволення потреб Співдружності в енергії.

У «Білій книзі» під назвою «Енергія для майбутнього: відновлювані джерела енергії» (1997 р.), вказувалося на необхідність збільшення частки біопалива у транспорті щоб залежність від нафти у цьому секторі була знижена. У цьому документі встановлювались перші зобов'язання стосовно скорочення викидів парникових газів та зменшення залежності від імпорту енергоносіїв і були викладені у індикативних цілях ЄС з обумовленим цільовим показником у 12% відновлювальної енергії у сукупному споживанні енергії. Каталізатором бурхливого розвитку виробництва біопалива в провідних країнах світу стала державна політика стимулювання розвитку біоенергетики,

Нині ЄС має чіткі механізми регулювання процесу виробництва та споживання відновлювальних джерел на довгострокову перспективу. Директива Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС про заохочення до використання біоенергії – визначає рамки для заохочення видобутку енергії з відновлюваних джерел; передбачає обов'язкові національні цілі для частки біоенергії; запроваджує правила щодо статистичних трансфертів між державами-членами, спільних проектів між останніми та третіми країнами, гарантій походження, адміністративних процедур, інформації, підготовки кадрів та доступу до електромережі для енергії, що видобута з відновлюваних джерел; визначає критерії стабільності для біопалива та біопаливних рідин.

## **2.2. Латиноамериканський досвід розвитку виробництва біологічних видів пального**

Економіка будь-якої країни тією чи іншою мірою базується на використанні природних умов і ресурсів, що сформувалися на її території. Саме ці умови визначають територіальне розселення людей, рід їхніх занять, доступ до води і продовольчих ресурсів, транспортні та енергетичні витрати. Зміна клімату вносить корективи в господарські процеси, і хоча завжди можна знайти щось позитивне у будь-яких змінах (так, деякі вчені цілком справедливо переконують, що підвищення концентрації вуглекислого газу пришвидшить процеси фотосинтезу рослин і тим самим збільшить

урожайність сільськогосподарських культур), все ж у цьому разі негативний аспект явно превалює. Найнебезпечнішими наслідками глобального потепління, за висновками фахівців, можуть стати:

- танення льодовиків та підвищення внаслідок цього рівня океану, що призведе до затоплення значних прибережних територій, островів і навіть цілих країн (Нідерланди, Бангладеш);

- зміна напрямків океанічних течій і вітрів, а значить – вологості та температури повітря, особливо в Євразії та Північній Америці;

- зміщення на північ кліматичних поясів, наступ пустель, ерозія ґрунтів і посилення дефіциту прісної води;

- поширення тропічних інфекційних хвороб (малярії тощо), збільшення частоти та потужності стихійних явищ (ураганів, паводків, посух тощо).

Найавторитетнішою на сьогодні оцінкою можливих економічних наслідків зміни клімату вважається робота колективу вчених на чолі з колишнім віце-президентом Світового банку лордом Ніколасом Стерном.

Згідно з даними, поданими в їхньому звіті, витрати на застосування негайних жорстких заходів щодо зменшення викидів парникових газів є в кілька разів меншими від майбутніх збитків.

Сучасні кліматичні зміни спричинені підвищенням концентрації парникових газів в атмосфері, насамперед вуглекислого газу, внаслідок спалення так званих традиційних викопних енергоресурсів – вугілля, нафти, газу. Проте парникові гази не є класичними забруднювачами, оскільки прямо не впливають на здоров'я людей. Саме тому боротися з такими викидами звичними методами (фільтрація, перенесення виробництва за межі населеного пункту тощо) неможливо або недоцільно. Більше того, насправді абсолютно однаково, в якому місці планети здійснюються викиди. Важливим є не географічне розташування джерела, а валові обсяги емісії парникових газів. Тобто ефект від ста заводів, які розташовані в одній провінції Китаю, буде таким само, як від ста аналогічних заводів, рівномірно розміщених по планеті.

Це зумовлює необхідність примусити власників джерел викидів (до них належать теплова електроенергетика, металургія, тваринництво, полігони твердих побутових відходів) зменшити викиди парникових газів. Існує значна кількість технологічних рішень

цього завдання, відмінність яких полягає у вартості та швидкості їхнього впровадження.

Зрозуміло, що держава не може напевне знати, який саме варіант зменшення викидів буде ефективнішим для того чи іншого підприємства, особливо коли йдеться про глобальні масштаби. У такій ситуації логічним виходом є створення системи, яка економічно зацікавлювала би власників підприємств самостійно зменшувати викиди.

Саме з цією метою було створено так званий ринок квот (дозволів, прав) на викиди парникових газів. Схема його функціонування проста. Кожен учасник отримує певну квоту, тобто право на здійснення чітко визначеного обсягу викидів. Якщо йому вдасться зменшити власні викиди, то зекономлену частину квоти можна продати на ринку. Врешті-решт, викиди парникових газів зменшуються за рахунок тих учасників, які можуть це зробити з найменшими витратами. Ця схема була запропонована у 70-х роках минулого століття та була успішно апробована в США (федеральна програма зменшення викидів оксидів сірки). Тільки після цього її застосовували для зменшення емісії парникових газів.

Першою міжнародною угодою щодо проблеми глобального потепління стала Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату (РКЗК). Документ, ратифікований 195 країнами світу, містить загальні цілі та принципи об'єднання світової спільноти для вирішення проблеми зміни клімату. 1997 р. було укладено так званий Кіотський протокол (КП), який став логічним та юридичним продовженням конвенції. Згідно з вимогами протоколу, 37 країн світу, які ратифікували його та відносно яких він вступив у силу, повинні обмежити викиди парникових газів у 2008 – 2012 рр. на певний відсоток порівняно з рівнем 1990 р., загалом на близько 5%.

Головну ставку країни повинні робити на внутрішню політику, проте передбачено так звані гнучкі механізми виконання зобов'язань, фактично – ринкові механізми:

1. Торгівля викидами. Кожна країна отримала квоту на викиди і може продати чи купити в разі потреби її частину.

2. Механізм спільного впровадження. Дві (або більше) країни з числа тих, що взяли на себе зобов'язання в рамках Кіотського протоколу (країни Додатку В до протоколу, включно з Україною), можуть спільно реалізувати проект зі зменшення викидів на

території однієї з них. Країна, яка приймає такий проект, виступає продавцем одиниць скорочення викидів, а решта партнерів фінансують проект і отримують натомість додаткові дозволи на викиди.

3. Механізм чистого розвитку. Його схема тотожна попередній з тією відмінністю, що проект реалізується на території країни, яка не має кількісних зобов'язань у рамках Кіотського протоколу.

Економічний сенс перелічених механізмів полягає у відмінностях витрат на зменшення викидів у різних країнах. Оскільки основним джерелом парникових газів є спалення енергоресурсів, то витрати на зменшення викидів обернено пропорційні енергоефективності виробництва. Іншими словами, зменшення викидів на японському заводі в кілька разів дорожче, ніж, наприклад, у Китаї чи Україні. Таким чином, механізми Кіотського протоколу дають змогу зменшувати викиди в тих країнах та секторах економіки, де це можна зробити з найменшими сукупними витратами.

Термін дії першого періоду зобов'язань за Кіотським протоколом спливає разом з 2012 р. До цього часу необхідно укласти документ йому на заміну або ж узгодити зобов'язання на другий період дії протоколу. Активні міжнародні переговори та консультації з цього питання ведуться з 2007 р., проте й досі не досягнуто компромісу. Більше того, є всі підстави вважати, що компроміс малоімовірний, принаймні до кінця наступного року. Переговори зайшли в глухий кут через відмінності у поглядах країн на усунення головних недоліків Кіотського протоколу. Найважливіші з них такі:

1. Відсутність зобов'язань у найбільших емітентів парникових газів. На країни, на які, припадає менше третини світових викидів парникових газів. США, Китай та Індія поки що не взяли на себе конкретних зобов'язань. Більше того, для досягнення необхідного результату зобов'язання країн з Додатку В мають бути значно більшими. КП в існуючому форматі не може суттєво вплинути на загальносвітовий рівень викидів парникових газів.

2. «Гаряче повітря». Кіотський протокол дозволяє переносити невикористані та непродані квоти на майбутні періоди дії протоколу. Проблема полягає у надлишку квот, який сформувався не в результаті свідомого зменшення викидів, а внаслідок економічного спаду. Зокрема, у країнах колишнього соцтабору фактичні викиди зменшилися в середньому вдвічі порівняно з 1990 р. Сформований

у такий спосіб надлишок у кілька разів перевищує ринковий попит. Більшість країн ЄС виступають проти перенесення цих квот на наступні періоди. З чим не погоджуються власники квот.

3. Передача технологій і фінансова допомога. Найуразливішими з урахуванням майбутніх кліматичних змін є найбільш бідні країни світу, які фактично не винні у виникненні проблеми, від якої можуть постраждати. Ці країни вимагають від розвинених держав адекватної фінансової та технологічної підтримки для відвернення зміни клімату та адаптації до неї.

4. Вдосконалення гнучких механізмів. Механізм спільного впровадження (МСВ) і особливо механізм чистого розвитку піддають гострій критиці через надмірний бюрократизм і методологічні проблеми, що мають місце при реалізації таких проектів. Згідно з даними Світового банку, в середньому від початку розробки проекту і до одержання зменшення викидів проходить майже три роки.

5. Адекватне врахування ролі лісів у балансі парникових газів. Проблема має скоріше технічний характер та пов'язана зі складнощами оцінки поглинання вуглекислого газу лісовими екосистемами.

Переговори щодо майбутнього Кіотського протоколу ускладнюються не лише антагоністичними позиціями учасників, а й часто свідомим затягуванням процесу та його саботажем. Адже згідно з регламентом КП, усі рішення повинні прийматися консенсусом, тобто фактично будь-яка країна може скористатися правом вето (щоправда, у виключних критичних ситуаціях це правило кілька разів ігнорувалося).

Отже, сьогодні головні дебати ведуться навколо подовження дії Кіотського протоколу. Категорично проти другого періоду протоколу виступили Японія, Канада, США і Росія. Вони вимагають укладення нового – глобального, довгострокового договору, яким буде встановлено кількісні зобов'язання з обмеження викидів для основних країн-емітентів [31, 33].

Китай і більшість країн, що розвиваються, навпаки, виступають за подовження дії протоколу. Вони не готові брати на себе кількісні зобов'язання, оскільки не вважають себе винними у зростанні концентрації парникових газів в атмосфері, та вимагають часу для підвищення рівня добробуту населення своїх країн. Окремі з

них готові погодитися на відносні зобов'язання – зменшення не абсолютних викидів, а викидів на одиницю валового продукту.

Європейський Союз загалом підтримує укладення нового довгострокового договору. Але до 2013 р. досягти цієї мети майже нереально, тому щоб уникнути часового розриву між Кіотським протоколом і новим договором, ЄС не проти подовження дії протоколу після 2012 р. Незалежно від результатів міжнародних переговорів, ЄС і надалі здійснюватиме внутрішню політику щодо зменшення викидів парникових газів, зокрема за рахунок внутрішнього ринку.

Головним ризиком, пов'язаним з закінченням дії Кіотського протоколу, є зменшення попиту на ринку квот. Оскільки не існуватиме обов'язкових вимог щодо зменшення викидів, такі зобов'язання набудуть добровільного характеру. Формально механізми КП не будуть скасовані, але реальним попитом користуватимуться хіба що проекти, які реалізовуватимуться через механізм чистого розвитку. Фактично єдиним покупцем залишиться ЄС, а точніше – учасники його внутрішнього ринку. Щоправда, Європейська комісія 2010 р. прийняла законодавство, яким значно обмежила імпорт дозволів на викиди з-поза меж ЄС. Зменшення ринкового попиту послабить стимули для інвестицій у скорочення викидів у країнах, що розвиваються, а також у країнах Східної Європи, які не входять до ЄС, зокрема в Україні.

З 2002 р. ціни на нафту в світі ростуть як за рахунок збільшення попиту на сировину, так і через політичні події в нафтових країнах Північної Африки та Близького Сходу. За вісім років ціни підвищилися утричі. За даний період найвища середньорічна ціна за барель нафти спостерігалася у 2008 р. – 91,48 дол. США, після чого у 2009 р. на тлі світової рецесії вона впала до 53,5 дол. США. У 2011 р. аналітики ринку прогнозують, що нафтові ціни перевищать рівень 2008 р. Тобто, зберігається чітка тенденція до зростання цін на нафту, що обумовлює актуальність подальшого розвитку сектору біоенергетики.

За дослідженнями всесвітньо відомого науковця, доктора аграрних наук Клайва Джеймса щодо глобального стану біотехнологічних культур та їх внеску у глобальну продовольчу, кормову та паливну безпеку у 2010 р. загальна площа біотехнологічних культур у світі зросла на 10 % порівняно з 2008 склала 148 млн. га.

Нині біотехнологічні культури вирощуються у ряді країн: США, Бразилії, Аргентині, Індії, Канаді, Китаї, Пакистані, Південній Африканській Республіці, Парагваї, Уругваї, Болівії, Мексиці, Колумбії, Чилі, Гондурасі, Австралії, Філіппінах, Іспанії, Португалії, Чехії, Польщі, Словаччині, Румунії, Швеції та Німеччині. У вирощуванні біотехнологічних культур задіяні 15,4 млн. фермерів.

Д-р Клайв Джеймс виділяє наступні основні характеристики глобального впливу біотехнологічних культур:

1) Підвищення продуктивності фермерських господарств завдяки зниженню витрат і підвищенню виробництва;

2) Захист біорізноманіття – подвоєння врожайності на однаковій площі сільськогосподарських земель, збереження лісів та біорізноманіття, технологія збереження земель;

3) Захист довкілля та невиснажливе користування: економія 393 млн. кг пестицидів з 1996/2009 рр. – 9%; зниження викидів CO<sub>2</sub> на 18 млрд. кг у 2009 р. – внесок у збереження клімату; збереження ґрунтів та водних ресурсів завдяки біотехнологіям + низькій/відсутній обробці ґрунтів.

4) Соціальні переваги: подолання бідності, поява соціальних виплат.

При цьому, науковець наголошує, що Україна має величезні можливості експортувати біотехнологічні кормові та біопаливні культури та зробити свій внесок у розв'язання проблеми обмежених ресурсів, адже зі зростанням населення Землі пропорційно зростатиме й попит на енергоресурси та корм для тварин [32].

Таким чином, біоенергетика – це вибір, який має глобальну перспективу для подальшого успішного розвитку цивілізації. Подолання сучасних і запобігання ймовірним екологічним кризам неможливі без застосування новітніх екобіотехнологій для очищення стічних вод, біосорбції важких металів зі стоків, знешкодження небезпечних газових викидів, збагачення повітря киснем, використання перспективних засобів знешкодження твердих і рідких промислових відходів, біодеградації нафтових забруднень у ґрунтах і воді, біодеградації хімічних пестицидів та інсектицидів, підвищення ефективності методів біологічного відновлення забруднених ґрунтів, заміни низки агрохімікатів на біотехнологічні препарати тощо. Важливими напрямками також мають стати розробка екобіотехнологій, спрямованих на виробництво біогазу та водню з

органічних відходів, мікробіологічна деструкція ксенобіотиків, застосування біоіндикації та біотестування в системі екологічного моніторингу [38].

Раніше майже весь етанол, виготовлений методом збродження цукрів у безкисневому середовищі спиртовими дріжджами, використовувався для виробництва алкогольних напоїв, і лише невеликі обсяги, отримані хімічними методами, застосовувалися у промисловості. За останні 25 років ситуація докорінно змінилася. Зараз більше половини виробленого у світі етанолу використовується як добавка до пального для двигунів внутрішнього згорання і лише 15 % – для виготовлення алкогольних напоїв.

Використання палива на основі біоетанолу, який становить значну частину світового ринку енергоносіїв, з кожним роком набуває все більшої значимості. В Бразилії, США та до певної міри в ЄС і Китаї переваги етанолу надаються як пальному чи як добавки до нього. Біоетанол може застосовуватися в звичайних двигунах – до 15% суміші з бензином, не змінюючи його конструкції. Додавання біоетанолу до бензину підвищує октанове число останнього. Встановлено, що кожні 3 % біоетанолу, який додається, збільшує октанове число бензину на 1-1,5 одиниці.

За статистичними даними, останні двадцять років виробництво біопалива у світі зросло у 8 разів. У 2005 р. загальні обсяги становили більше 32 млрд л, із них, 4 млрд л харчового етанолу, 8 млрд л – для хімічної промисловості, 20 млрд л – паливного.

Завдяки розширенню цього виду палива США щорічно заощаджує понад 30 млрд доларів на імпорті нафтопродуктів. У великих містах в зимовий період використовується взагалі лише газохол – бензин Е10 (бензин з вмістом 10% етанолу). Частка газохолу в загальному обсязі продажу бензину в країні досягла 12%.

На другому місці – більше третини світового виробництва – Бразилія (32%). У світових лідерів та у Канаді існують державні програми виробництва паливного етанолу.

В Бразилії на виробництво етанолу використовується половина урожаю цукрової тростини, країна є найбільшим у світі експортером етанолу, споживаючи самотійно до 16 млрд л. Бразильська асоціація виробників цукрової тростини UDOP оцінює

посівну площу цукрової тростини в 2011 р. понад 8 млн га. Протягом наступних десяти років асоціація прогнозує розширення площ до 12 млн га. При цьому, земля в Бразилії користується попитом, тож вона з недешевих: гектар землі в регіоні, де вирощують цукрову тростину, коштує не менше 6-7,5 тис. євро залежно від відстані до цукрового заводу. А вартість орендної плати наближається до 600 євро за гектар [47].

Близько 90% із 400 підприємств з переробки цукрової тростини сконцентровані в радіусі 400 км від Аракатуби, зокрема і в сусідніх штатах: Мату-Гросу, Гойяс, Мінас-Жерай і Парана. В сучасних умовах комбайни працюють більш ніж на 50% посівних площ. При цьому на полях можна зустріти як комбайни за 4-6 тис. євро, так і дорогі машини майже за 400 тис. євро. Більшу частину ринку тут займають John Deere, Case-ІН і місцевий виробник Santal. Нині компанія Valtra розробляє збиральний комбайн високого тиску на механізмі гусеничного рушія, що має з'явитися на ринку в 2012р. Попит на бразильському ринку стабільно високий: щороку тут продають від 1000 до 1200 нових машин, тож їхня кількість до 2020 р. досягне 20 тисяч.

Вирощування цукрової тростини в Бразилії здійснюється переважно великими підприємствами. Глава асоціації Салібе оцінює, що тільки 35% посівних площ цукрової тростини все ще обробляють фермери. Більшу частину полів обробляють заводи – для максимізації прибутку на найвищому рівні.

Цукрова тростина – це дуже продуктивна рослина, але водночас невибаглива. Вона не потребує значних зусиль для вирощування. Рослини висаджують восени, в березні. На гектарі в середньому росте 80 тис. рослин. Засадити гектар землі цією культурою коштує близько 2200 євро. Крім цього, близько 1000 євро на рік коштують добриво й захист рослин. Під час вирощування цукрової тростини машини дедалі більше заміняють ручну працю. Сучасні машини досягають продуктивності близько 1,5 га/год. Застосовуючи традиційні методи, для досягнення такої продуктивності знадобиться близько 20 людей.

Через рік цукрову тростину можна збирати. Після збору врожаю черешки рослин не вирубують. Зазвичай збирають поспіль до п'яти урожаїв.

Далі триває рік сухого вирощування сої, арахісу, кукурудзи або рису. Потім протягом наступних п'яти років на цій території знову вирощують цукрову тростину. З кожним новим урожаєм урожайність знижується з початкових 120 т до 75 т/га на п'ятому році. Тонна цукрової тростини дає близько 138 кг цукру, або близько 82 л етанолу.

Показовим є діяльність цукрового заводу Equirav містечка Проміссао, за 400 км від Сан-Паулу. Його власниками є три бразильські родини. Посівна площа становить близько 100 тис. га, з яких 30% є власністю підприємства. Щороку на двох виробничих майданчиках переробляють від 10 до 12 млн т цукрової тростини (максимальне завантаження підприємства). Для переробки понад 6 млн т на кожному виробничому майданчику вантажним автомобілям доводиться долати великі відстані для доставки цукрової тростини, і транспортні витрати скорочують рентабельність виробництва. На підприємстві працюють 3,5 тис. співробітників. Тільки близько 17% цукрової тростини збирають тут за допомогою мачете. Більшу частину роботи виконують 62 комбайни.

Як і більшість бразильських цукрових заводів, Equirav може на власний розсуд виробляти або цукор-пісок, або етиловий спирт. Розподіл виробничих потужностей між виробництвом цукру й спирту залежить від поточних цін на світовому ринку. Як водиться, частка спирту становить близько 60%. Але наразі бразильці виробляють і цукор, і етиловий спирт приблизно в рівних частках – через високі ціни на цукор і зменшення цін на нафту.

Установлена на фабриці гігантська дробарка за годину подрібнює майже 650 т цукрової тростини. Потім витягнутий таким чином цукровмісний свіжовидавлений сік фільтрують і концентрують. Після цього потік сиропу розділяють на дві частини. Одну порцію фахівці компанії Equirav варять до стану кристалічного цукру, а другу – відправляють на шумування. Тут за допомогою мікроорганізмів виробляють етиловий спирт. Після того, як спирт переженуть, його пропускають через високі фільтри баштового типу, в яких за допомогою осмосу з біопалива витягають залишки води. Результатом є пальне Anhydro, що містить 99,5% етанолу.

Equirav тільки на одній своїй фабриці може залити в резервуарні танки майже 130 млн л пального. Волокна цукрової трости-

ни – це відходи, або так звана багаса. Багасу й листя цукрової тростини спалюють у котлі електростанції, виробляючи за годину близько 700 т пару. Виробленої енергії достатньо для живлення не тільки фабрики, а й є більшої частини електричного струму, що подається в місцеву міську мережу. Потужність турбін фабрики дорівнює 135 Мвт.

На рівні з етиловим спиртом біодизель є другим стовпом енергетичної стратегії Бразилії в галузі біопалива. В 2008 р. законодавчо було встановлено, що в дизельному паливі частка біопалива повинна бути не менше 2%, і до

2012 р. ця частка має збільшитися до 5%. За оцінкою ряду експертів цього співвідношення показників досягнуто вже тепер. Загальне споживання дизельного палива в Бразилії становить близько 45 млрд л. Бразильські фабрики з виробництва біодизельного палива зазвичай переробляють рослинні олії, зокрема соняшникову й соєву.

Бразильці використовують не тільки рослини, а й відходи тваринництва для перетворення їх на біоенергію. Наприклад підприємство в районі Сан- Паулу переробляє яловичий жир у біодизельне паливо. Фабрика охоплює майже 1000 км в окружності і належить великому виробникові м'яса – компанії Vertin, яку нещодавно поглинула ще більша компанія JBS. До злиття на підприємствах Vertin у Південній Америці щодня забивали від 13 до 15 тис. голів рогатої худоби. Починаючи з 2007 р., водночас зі шкірою, милом, пральним порошком і різними жирними кислотами з відходів боєнь почали виробляти ще й біодизельне паливо.

Один бичок дає від 18 до 22 кг жиру. Фабрика теоретично може переробляти близько 100% тваринного жиру. Але на практиці для виробництва біодизелю завод використовує близько 80% рослинної олії й тільки 20% тваринного жиру. Технологічний процес діє за таким самим принципом, як і на інших підприємствах з виробництва біодизелю, і кінцевим продуктом є естерифіковане дизельне біопаливо. У спеціальних лабораторіях хіміки контролюють його якість. Бразильське паливо сертифіковане за американськими і європейськими стандартами.

### **2.3. Стан та розвиток виробництва різних видів біопалива в Україні**

Враховуючи досвід країн з розвинутим біоенергетичним сектором, ефективне використання біоенергетичного потенціалу України потребує розробки та доопрацювання нормативно-правових актів з метою законодавчого регулювання ринку виробництва та споживання біологічних палив та спрямованих на створення необхідних умов для стимулювання виробництва та споживання біопалива в Україні.

На нашу думку, Україні потрібно перейняти досвід ЄС щодо вимог господарювання та прийняти додаткові законодавчі зміни для сталого розвитку сільського господарства та розробки та прийняття стратегічних програм розвитку, які б гарантували збалансоване використання аграрного потенціалу на: продовольчі, енергетичні цілі, потреби тваринницької галузі, покращення навколишнього середовища, тощо.

З огляду на перспективу щодо виконання квоти зменшення викидів парникових газів з 2015 р., виникає питання реалізації стратегії, яка б сприяла повному завантаженню виробничих потужностей для виробництва біопалива.

Сучасні тенденції, а також технологічний та інституціональний розвиток сприяють великомасштабному виробництву біопального. Прийняття політичних рішень щодо виробництва біомаси на енергетичні цілі дрібнотоварними виробниками матимуть більший ефект позитивної дії на зайнятість у сільській місцевості, надходженню інвестицій і збільшенню доходів сільських територій.

На сьогодні великомасштабні заводи відіграють ключову роль у світовому виробництві біопального в розвинених країнах і країнах, що розвиваються. Це викликано економією, що обумовлена ростом масштабів виробництва і збутом біопального.

Узагальнюючи досвід біопаливної політики в зарубіжних країнах можна зробити висновок, що вирішальними для запровадження біопалива стали наступні фактори:

- наявність активних учасників ринку та груп, які лобювали початок діяльності у біопаливній галузі;
- компенсація для заповнення фінансового розриву між біопаливом та викопними паливами (підтримка сільськогосподарських

товаровиробників (зокрема, 350 євро/га субсидій в разі продажу ріпаку не на харчові цілі); повернення до 30 % коштів, вкладених у будівництво біодизельного заводу; звільнення від паливного податку на доданий біодизель у суміш палива; наявність системи квотування обсягів біодизеля, що субсидується (по країнах ЄС);

– наявність ринку кінцевого споживання чистого біопалива або сумішей з біопаливом.

Виробництво енергії в Україні базується на переважному використанні вугілля, атомної енергії та природного газу. У виробництві електроенергії домінує атомна енергія (близько 48%), за нею слідує вугілля (близько 44%). Частка гідроенергії у генерації становить біля 7%. Встановлена потужність складала у 2005 р. близько 52 ГВт.

Внутрішній кінцевий попит на електроенергію становив у 2008 р. біля 134 ТВт/год. Виробництво тепла відбувається шляхом використання природного газу (97%). Внутрішній попит на тепло складав у 2008 р. біля 5370 ТДж. Втрати при генерації та передачі становили приблизно 25%.

Понад 90% потужностей теплоелектростанцій (ТЕС) в Україні є застарілими, а очікуваний термін їхнього використання (110000 – 170000 годин експлуатації) вже перевищений. 63% всього обладнання знаходиться в експлуатації вже понад 220000 годин, перейшовши тим самим граничні межі допустимого у світі терміну використання ТЕС.

У 2009 р. Україна експортувала біля 4 ТВт/год електроенергії або приблизно 2,3% від загального виробництва електроенергії у зазначеному році. При цьому порівняно з експортом 2007 р. спостерігалось падіння приблизно на 65%. Крім того, на електростанціях існують помірні надлишкові потужності.

Енергетична стратегія України на період до 2030 р. пріоритетним визначає збільшення обсягів використання ядерної та вугільної енергії при підвищенні енергоефективності в економіці, приватному секторі та у виробництві енергії. Прогнозується, що при щорічних темпах приросту на рівні близько 4% до 2030 р. попит на електроенергію збільшиться до 395,1 млрд кВт/год. [42].

В Україні у мережі знаходяться 14 ядерних реакторів зі встановленою потужністю близько 13 ГВт. Більшість з цих реакторів були побудовані в 1980-х рр. Заміна потужностей стане

необхідною в період з 2025 по 2035 рр., виходячи з припущення – як заплановано в Енергетичній стратегії країни, – що термін використання реакторів становитиме 45 років.

Попит на первинні енергоносії, що необхідні для експлуатації АЕС, Україна може покрити за рахунок власних уранових родовищ приблизно на 30%. По мірі освоєння нових родовищ у майбутньому має бути покритий увесь національний попит. Планується будівництво одинадцяти ядерних реакторів і збільшення частки генерації АЕС до 52%.

Україна має значні поклади вугілля. Його видобуток зосереджено на сході країни: в Донецькій, Луганській і Дніпропетровській областях. Сектор характеризується застарілими видобувними технологіями, відсутністю інвестицій в оновлення потужностей, згасаючими зусиллями щодо приватизації та низькою якістю енергетичного вугілля (зольність вище 40%) і, таким чином, може вважатися неефективним.

У сфері використання вугілля для виробництва електроенергії Україна спроможна покрити потребу за рахунок власних ресурсів (приблизно на 99%). Що стосується більш якісного вугілля – коксу чи коксівного вугілля, яке використовується, зокрема, при виробництві сталі – то тут є необхідність в імпорті, а саме приблизно на рівні 25% від власного виробництва. Приблизно 65% вугільних шахт знаходяться у державній власності, при цьому слід зауважити, що частка шахт у приватному володінні зросла порівняно з 2008 р. на 12%. У вугільний сектор спрямовуються значні субсидії. Якщо в 2003 р. вони становили лише 2,6 млрд грн, то до 2008 р. їхні обсяги зросли до 7,5 млрд грн.

Обсяги видобування вугілля постійно скорочуються, починаючи з 1990-х рр. Якщо згідно з міжнародними даними у 2006 р. вони становили приблизно 80 млн тонн, то у 2008 р. цей показник знизився до приблизно 60 млн, а в 2009 р. – до 40,9 млн тонн.

Частка природного газу у виробництві електроенергії постійно скорочується. Якщо у 2004 р. вона все ще становила 41%, то до 2009 р. цей показник знизився до всього 1%. У секторі теплопостачання газ і надалі має вирішальне значення. На 97% він використовується для виробництва тепла, і це газ, який виключно імпортується з Росії. До 2030 р. планується скоротити рівень споживання на 36%.

Потужність експлуатованих гідроелектростанцій становить біля 4880 МВт. Використовуване обладнання розташоване переважно у центрі та на заході країни: на річках Дніпро, Дністер, Південний Буг і Тиса. Як і інші генеруючі потужності, гідроелектростанції також знаходяться в експлуатації майже 40 років, а отже і тут необхідне оновлення. Наразі в режимі спільного фінансування Світовим банком, Європейським інвестиційним банком та Європейським банком реконструкції і розвитку (ЄБРР) надаються значні інвестиції для заміни обладнання для існуючих дев'яти (крупних) гідроелектростанцій.

Згідно з Енергетичною стратегією до 2030 р. завдяки розбудові генеруючих потужностей гідроелектростанцій виробництво енергії з цього ресурсу має зрости на 70%.

Постачальна мережа України має загальну довжину приблизно 1 млн км. 34% наземних мереж (НМ) мають вік більше 40 років, а 52% потребують термінового оновлення.

Таким чином, український попит на первинну енергію приблизно на 50% покривається за рахунок імпорту. Відносно та абсолютно найвищу частку в імпорті первинних енергоносіїв мають природний газ (30% від загального попиту) і нафта (13%). Метою країни є скорочення залежності від імпорту до 2030 р. до приблизно 11%.

Як відзначають зарубіжні експерти, нині виробництво відновлюваної енергії – у статиці і в прямому порівнянні з іншими виробничими технологіями – пов'язане з вищими витратами, ніж виробництво електроенергії з вуглецевого палива або за допомогою ядерної енергії. Це впливає, головним чином, з більших обсягів інвестицій на вироблену одиницю енергії, зумовлених нижчими коефіцієнтами корисної дії та – як, зокрема, у випадку з вітром – меншою кількістю годин повного навантаження [42].

Проте процес прийняття рішень у сфері енергетичної політики має абстрагуватися від статички і не повинен обмежуватися одним лише порівнянням тих чи інших видів генерації. Навпаки, набагато кориснішим буде порівняння різних сценаріїв розвитку – що означає динамічну перспективу розгляду. Крім того, необхідно враховувати в оцінці негативні й позитивні зовнішні ефекти. Такими (негативними) зовнішніми ефектами є, зокрема, шкода від викидів, втрати, які можуть виникнути в майбутньому від передчасного

виведення обладнання із експлуатації при недотриманні зобов'язань щодо скорочення викидів та довгострокові витрати на будівництво кінцевих сховищ для ядерних відходів.

Позитивні зовнішні ефекти можуть мати як мікро-, так і макроекономічний характер.

Сюди відносяться ефекти «навчання через практику» («learning by doing»), які зумовлюють загальний приріст ноу-хау, а також ефекти зайнятості, які впливають на ефекти доходів. Вирішальним є те, наскільки Україна буде спроможна започаткувати створення доданої вартості у сфері виробництва обладнання або спорудження установок і тим самим компенсувати можливі втрати доданої вартості у секторі теплогенерації. В коротко- і середньостроковій перспективі створення доданої вартості буде генеруватися створенням інфраструктури, плануванням і доглядом за обладнанням. У довгостроковій перспективі передача знань із-за кордону та притік прямих іноземних інвестицій уможливають розбудову власного виробництва обладнання – зокрема, для вітрових або біогазових установок. Крім того, можна скористатися перевагами першопрохідців, щоб на основі вітчизняного виробництва обладнання стати експортером у себе в регіоні.

Поступове збільшення відновлюваних потужностей в Україні не може ґрунтуватись на виведенні із експлуатації або економічно неефективному використанні існуючого, не списаного або не досягшого очікуваного терміну використання обладнання для теплогенерації, оскільки наявне обладнання уже досягло межі очікуваного терміну використання. Це означає, що у випадку із інвестиціями в оновлення потужностей не потрібно брати до уваги амортизацію існуючих потужностей. Внаслідок цього (також) виробниче обладнання для відновлюваних джерел енергії стає відносно дешевшим.

У довгостроковій перспективі слід рахуватися з подальшим скороченням інвестицій, необхідних на одиницю енергії, виробленої на цьому обладнанні, якщо почнуть діяти ефекти кривої навченості. Наскільки Україна зможе скористатися цим, залежатиме від того, чи буде обладнання імпортуватися, що означатиме екзогенну присутність кривої навченості, чи ж у разі власного виробництва обладнання на криві навченості здійснюватиметься позитивний вплив з боку навчання через практику.

Українське енергопостачання на 84% базується на викопних енергоносіях. Низькі коефіцієнти корисної дії електростанцій, зумовлені застарілими генеруючими технологіями, неефективне використання енергії в економіці та у секторі будівель і велика частка важкої промисловості відповідальні, поряд з іншим, за великі обсяги викидів CO<sub>2</sub> порівняно з ВВП (6,01 кг CO<sub>2</sub>/долар США (2000)) Досягши порівняно з 1990 р. скорочення на рівні приблизно 54%, Україна тим самим станом на цей час виконала свої зобов'язання (0% скорочення) в рамках міжнародних угод про захист клімату. Щоправда, при цьому слід відзначити, що це зумовлено масовою втратою виробничих потужностей і скороченням виробництва на рівні 40% порівняно з 1990 р. після розпаду СРСР.

Отже, в короткостроковій перспективі для України – з точки зору екологічної політики – не існує жодних зобов'язань щодо збільшення частки відновлюваних джерел енергії за рахунок розбудови відновлюваних потужностей. Разом з тим наступні аргументи свідчать проти такого короткострокового бачення:

Те чи інше спрямування новостворюваних потужностей уже сьогодні визначатиме, яких викидів – з урахуванням підвищення енергоефективності та економічного зростання – слід очікувати у найближчі роки. По мірі прогресу міжнародних і європейських переговорів про захист клімату і виникаючих звідси (само-) зобов'язань для індустріальних країн зростатиме тиск на трансформаційні та порогові країни щодо взяття на себе вищих редуційних зобов'язань. Ситуацію ще більше загострює зобов'язання ЄС досягти до 2020 р. 20%-го скорочення викидів та нинішня дискусія щодо збільшення цього скорочення до 30%, тим більше, що не слід виключати інтеграцію України (формальну чи неформальну) у західноєвропейський простір чи в ЄС. Крім того, інтеграція українських генеруючих потужностей в одну з європейських мереж означатиме додатковий тиск на форми виробничих потужностей в Україні.

Зараз Україна має великий потенціал отримання доходів від продажу емісійних прав, так званих одиниць установленної кількості (ОУК). В залежності від того, якими будуть міжнародні угоди після 2012 р. та як буде вирішуватися проблематика «гарячого повітря», для України зберігається можливість і надалі генерувати надходження від продажу ОУК. Навіть за умов сприятливого розвитку

енергоефективності у приватному секторі та у промисловості, і заміни існуючих основних фондів економічне зростання призводить до збільшення обсягів викидів, оскільки заходи модернізації почнуть діяти лише через деякий час. При щорічному прирості ВВП на рівні близько 4,6%, якщо припускається в Енергетичній стратегії країни у якості базового сценарію, викиди в енергетичному секторі до 2030 р. порівняно з 2005 р. зростуть приблизно на 40%, а при прирості у 6% на рік за «найсприятливішим сценарієм» – уже на 57%. Це знову анулює досягнення щодо скорочення викидів порівняно з 1990 р.

Національне агентство екологічних інвестицій України працює над створенням національного ринку вуглецевих викидів, з опцією, що пізніше він буде об'єднаний з Росією, Казахстаном і Білоруссю в спільний ринок вуглецю. В залежності від конкретних форм, зокрема зобов'язуючих і амбітних обмежень, цей інструмент був би придатним для досягнення ефективного з точки зору економіки та кліматозахисної політики скорочення викидів.

Сектор відновлюваних джерел енергії в Україні за західно-європейськими мірками недостатньо розвинений. Частка відновлюваної енергії в загальному енергоспоживанні становить приблизно 3%. Винятком є використання великих гідроелектростанцій з істотною часткою в енергоспоживанні (в електроенергетичному секторі), яка сягає 7% від виробництва електроенергії.

Державне планування – на основі Енергетичної стратегії – передбачало розбудову до 2010 р. загальних потужностей вітрової енергетики до приблизно 2000 МВт, малих і мікрогідроелектростанцій – до 590 МВт, сонячних батарей – до 96,5 МВт, малих біомасових теплових електростанцій

– до 410 МВт. Станом на кінець 2009 р. потужності вітрової енергетики склали 181,5 МВт (9% від запланованого), а виробництва біогазу – менше 1% від запланованого рівня. Отже, поставлені цілі не були досягнуті навіть наближено.

За даними Київського інституту відновлюваної енергетики технічний потенціал використання відновлюваних джерел енергії становить 81 млн еквівалентних тонн або 520 ТВт/год. Це приблизно в 2,5 рази більше, ніж сьгоднішні обсяги виробництва електроенергії. Найбільшу частку при цьому мають біомаса та геотермальна енергія – приблизно 30%.

У прогнозі Національного агентства з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів представлено траєкторію розвитку відновлюваних джерел енергії, який, виходячи з технічного потенціалу в 15 ТВт/год, ставить за мету 150 ТВт/год на 2030 р. і 250 ТВт/год на 2050 р. У такому разі це у 2030 р. відповідало б 37% прогнозованого в Енергетичній стратегії споживання енергії при траєкторії базового сценарію зростання.

У 2009 р. завдяки використанню різних видів біомаси було вироблено 10,6 ТВт/год електроенергії. Це відповідає приблизно 0,65% національного попиту на первинну енергію. Біоенергія виробляється в даний час, головним чином, в результаті спалювання деревини, соломи та торфу і використовуються в децентралізованому режимі для виробництва тепла та/ або гарячої води.

Використання цієї сировини часто здійснюється шляхом переоснащення існуючих установок (наприклад, вугільні бойлери) або інсталяції малих і мікроустановок (наприклад, для виробництва біогазу в сільському господарстві або для спалювання соломи). Щоправда, проблемою є низька ефективність і великі обсяги викидів із переоснащених установок. Технічний потенціал використання біомаси згідно з відповідними даними становить від 126 до 162 ТВт/год або 195 ТВт/год. Найбільші частки припадають на солому (45 ТВт/год) і енергетичні культури (41 ТВт/год).

*Спалювання біомаси:* Зважаючи на вже досягнутий рівень використання відновлюваних джерел енергії, слід зазначити, що багаторічні традиції використання біопалива, насамперед, деревини в лісистих місцевостях, наприклад, в Карпатах, збереглися і по сьогоднішній день. Деревина є там одним із основних енергоносіїв для життя в сільській місцевості. Щоправда, енергоефективність у порівнянні з сучасними установками для спалювання деревини є дуже низькою, при цьому на короткострокову перспективу вихід часто вбачається у модернізації на основі установок для спалювання газу.

Нинішнє використання твердої біомаси, такої як деревина, солома або торф, у домогосподарствах і промислових об'єктах складає близько 11 МВт. Потенціал цих ресурсів оцінюється на рівні 9200 МВт. Природний газ можна було б зекономити в обсязі 5,2 млрд кубометрів (приблизно 52 ТВт/год електроенергії). Для цього були б необхідними інвестиції у розмірі 0,53 млрд доларів США. Технологія не вимагає великих інвестицій на одиницю потужностей і для неї характерні короткі терміни амортизації та

наявність національного технологічного потенціалу. Отже, швидка розбудова була б можливою.

У 2009 р. в Україні було вироблено приблизно 300 тис. т (близько 1,3 ТВт/год електроенергії) пелет і брикетів, з яких приблизно дві третини було експортовано в Польщу і Німеччину. Для їхнього виробництва використовується тверда біомаса, наприклад, деревина або солома. Є близько 200 виробників, і для цього ринку – саме з огляду на великі обсяги експорту – вбачаються непогані шанси зростання. 20% фірм працюють з німецькою або польською участю. Ринок в Україні все ще незначний, оскільки відповідні установки для спалення майже відсутні. Крім того, субсидування цін на природний газ заважає швидшому освоєнню ринку для приватного використання.

*Біогаз:* В Україні в даний час є лише декілька установок з виробництва біогазу. Один із сучасних заводів розташований у Дніпропетровську і у 2003 р. був підключений до мережі, у Луганську є демонстраційна установка. Структура тваринництва дозволила виробити у 2008 р. від 1,39 до 2,78 ТВт/год електроенергії з тваринницьких відходів.

Біогазовий потенціал енергетичних культур, таких як кукурудза, оцінюється на рівні приблизно від 6,28 до 12,57 ТВт/год, причому цей показник відповідає обсягам експорту зерна в 2008 р. Тим самим, технічний потенціал виробництва біогазу складає наразі біля 4 – 8% від нинішнього виробництва електроенергії в Україні.

Згідно з наявними даними, у 2020 р. економічний біогазовий потенціал мають утворювати 2990 установок зі встановленою потужністю 731 МВт або 405 МВт. Вирішальне значення матимуть структура і розмір сільськогосподарських підприємств. У 2009 р. лише 3% господарств були спроможними самостійно зібрати органічну сировину для біогазової установки потужністю в 500 кВт. Отже, розвиток сільськогосподарського сектору також буде визначати, для яких підприємств експлуатація такої установки буде ефективною.

*Сонячна енергія:* Експлуатація фотогальванічних установок для виробництва електроенергії здійснюється в даний час в Україні у незначних обсягах. Незважаючи на високі пільгові тарифи на рівні приблизно 0,3 євро/ кВт/год, ця технологія не може пробити собі дорогу через велику потребу в інвестиціях. Разом з тим, в Україні планується введення в експлуатацію однієї з найбільших сонячних електростанцій у Європі. За даними Інституту відновлюваної енергетики технічний потенціал сонячної енергії становить 28,8

ТВт/год. Агентство з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів оцінює цей потенціал втричі вище: 91 ТВт/год.

Україна має власне виробництво РУ-панелей. Річний обсяг їхнього виробництва становить приблизно 150 МВт, причому близько двох третин продукції експортується.

Для підвищення якості виробів і тим самим скорочення витрат необхідні інвестиції в дослідження і розробку (К&Б).

*Вітер:* Згідно з наявними даними нинішня встановлена потужність становить приблизно 90 МВт. Експлуатовані установки здебільшого невеликі і мають потужність на рівні 107,5 кВт. Потенціал вітрової енергії, який може бути використаний до 2030 р., оцінюється в 16 ГВт, причому щорічно можна виробляти від 25 до 30 ТВт/год електроенергії. Крім того, Агентство з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів вважає, що до 2050 р. може використовуватись до 30 ТВт/год вітрової енергії, тоді як загальний технічний потенціал вітрової енергії складе 42 ТВт/год.

В українській Енергетичній стратегії планується, що до 2030 р. в Україні 2 ТВт/год електроенергії вироблятимуться вітровими установками. Це означає, що здійснене у 2005 р. державне планування задає показник, який приблизно на 90% менший від потенціалу, оцінюваного Агентством з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів.

Україна має власне виробництво вітряних установок. Проте продуктивність виробленого в країні обладнання значно нижча, ніж у західноєвропейських виробників і не є конкурентоспроможною. Існують власні потужності технологічних конструкторських розробок, але вони обмежені. Однак у середньостроковій перспективі цей сектор у співпраці з іноземними виробниками обладнання і комплектуючих може створити виробництво сучасних установок. Це було б ефективним варіантом, оскільки, зокрема, транспортування башт є дорогим, і тому їхнє виробництво в регіонах у довгостроковій перспективі допомогло б зменшити необхідні інвестиції в розрахунку на одиницю потужності.

*Геотермальна енергія:* Технічний потенціал використання геотермальних запасів гарячої води оцінюється приблизно в 100 ТВт/год, причому за даними AgOverview до 2030 р. можна щорічно використовувати сільськогосподарських підприємств. У 2009 р. лише 3% господарств були спроможними самостійно зібрати органічну сировину для біогазової установки потужністю в 500 кВт. Отже,

розвиток сільськогосподарського сектору також буде визначати, для яких підприємств експлуатація такої установки буде ефективною.

*Гідроенергія:* В даний час гідроенергія є єдиним відновлюваним енергоресурсом, який використовується у більш значних обсягах. Згідно з оцінками, її технічний потенціал складає близько 30 ТВт/год. Це в три рази більше тієї електроенергії, яка була вироблена з цього джерела у 2008 р.

В сучасних умовах *біопаливна індустрія* в Україні розвивається стихійно: фермери й сільськогосподарські підприємства виробляють моторне паливо із власної сировини на малопотужних і напівкустарних установках при недостатньо налагодженому контролі якості сировини та продукції.

За різними оцінками, в Україні майже в кожній області працюють мінізаводи або дослідні установки з виробництва *біодизеля*, на яких одержують близько 50 тис. тонн продукції для власних потреб. Достовірна інформація про стан виробництва біодизеля в нашій державі відсутня [49].

Отже, можна вважати, що нині в Україні виробництво біодизеля в промислових масштабах практично відсутнє, за винятком кількох «пілотних» заводів потужністю не більше 10 тис. тонн.

Спиртова промисловість України повністю задовольняє внутрішні потреби у спирті для виготовлення лікєро-горілчаних виробів. Потенційна потужність спиртових заводів України становить майже 600 тис. тонн продукції на рік. Потреби України в підакцизному (харчовому, парфумерному) спирті – 250-300 тис. тонн; існуючі спиртові заводи України у разі стабільного попиту теоретично можуть довести виробництво *біоетанолу* до 280 тис. тонн. Внутрішній ринок біоетанолу може досягати 218 тис. тонн на рік за умови заміни на нього 7-10 % вуглеводневої частини споживаних світлих нафтопродуктів.

Виробництво біоетанолу в Україні та його використання для вирішення енергетичних питань має позитивні і негативні сторони (табл. 4.1).

До сприятливих передумов розвитку виробництва біоетанолу в Україні відносяться: наявність сировинної бази, запас потужностей для виробництва біоетанолу, виробнича база для випуску і монтажу обладнання для переробки продукції сільськогосподарського походження на біоетанол, дешева робоча сила, потенційно високий попит як в середині країни, так і з боку зовнішніх ринків.

До бажаних результатів слід віднести: незалежність (змен-

шення залежності) від ринку (переважно зовнішнього) нафто-продуктів, екологічний аспект, ріст інвестицій (нарощення капіталовкладень особливо, що важливо, з боку зарубіжних інвесторів) техніко-технологічне прогресування (освоєння та створення нових технологій), покращення кормової бази для вітчизняного тваринництва, підвищення рівня зайнятості працездатного населення, що актуально в посткризовий період.

<b>Позитивні сторони</b>	<b>Негативні сторони</b>
<i>Сприятливі передумови</i>	<i>Виклики</i>
наявність сировинної бази	підвищення цін на сировинні ресурси
запас потужностей для виробництва	висока собівартість
виробнича база для випуску і монтажу обладнання	проблеми з утилізацією побічних продуктів
дешева робоча сила	низька якість продукції
потенційно високий попит як в середині країни, так і з боку зовнішніх ринків	державний контроль над виробництвом
<i>Бажані результати</i>	непідготовленість споживачів
зниження рівня залежності від ринку нафтопродуктів	необхідність перебудови автомобілебудівної промисловості
покращення екології навколишнього середовища	ерозійна активність бензину з вмістом біоетанолу
збільшення інвестицій	зниження цін на нафтопродукти
технічне прогресування	субсидування аналогічних виробництв в зарубіжних країнах
впровадження нових технологій	дефіцит державного бюджету України
розвиток кормовиробництва і тваринництва	
підвищення рівня зайнятості населення	
розвиток сільських територій	

Викликами внутрішнього та зовнішнього характеру, в тому числі економічними (негативними умовами та наслідками) для виробництва біоетанолу слід вважати: підвищення цін на сировинні ресурси як на внутрішньому ринку, так і зовнішньому, що загрожує відтоком сировини (сільськогосподарської продукції та продуктів, отриманих в наслідок її переробки) зарубіж, високу собівартість переробки продукції рослинного походження на біоетанол, проблема (складність) утилізації побічних продуктів виробництва біоетанолу, низька якість добавки, державний контроль над виробництвом спирту, що відлякує зарубіжних інвесторів, непідготовленість (неготовність до використання нового виду пального) споживачів, необхідність перебудови автомобілебудівної промисловості, ерозійна активність бензину з вмістом біоетанолу, зниження цін на нафтопродукти, субсидування аналогічних виробництв в зарубіжних країнах, обмеженість ресурсів державного бюджету України, що робить неможливим належну державну підтримку виробництва біопалива й наперед українську добавку економічно неконкурентоспроможною.

Головна перевага етанолвмісних палив – зменшення кількості викидів з відпрацьованими газами двигунів. Як паливо біоетанол вважається нейтральним в якості джерела парникових газів, володіє нульовим балансом діоксиду вуглецю, оскільки при його виробництві шляхом бродіння і наступного згорання виділяється практично стільки ж вуглекислого газу, скільки до цього було взято із повітря рослинами, що використовуються для виробництва спирту. Використання паливного етанолу дозволяє суттєво зменшити вміст таких шкідливих компонентів у вихлопних газах: угарний газ, окиси, закиси азоту та інші леткі токсичні викиди.

Біоетанол біологічно розкладається і не забруднює природні водні системи.

Крім того, етанол володіє високими антидетонаційними властивостями. В світі етанолві добавки до бензину використовують для підвищення октанового числа, в Україні, при тому, що бензин виготовляють низької якості (лише половина вітчизняного пального є високооктановим, в той час як в ЄС цей показник перевищує 90%) щоб підвищити октанове число застосовують токсичні добавки, виробництво яких в деяких зарубіжних країнах заборонено.

Разом з тим етанол має і недоліки: майже на 30% менша, ніж у бензину теплотворність, фазова нестабільність при обводненні, тобто розшарування сумішей. Але слід відмітити, що перший недолік в значній мірі компенсується більшим рівнем згорання «спиртованого» бензину. Досвід США свідчить, що збільшення витрат палива при заміні бензину на газохол Е 10 практично не виявлено. Другий недолік усувається введенням в етаноловмісне паливо певних добавок, а також забезпечення умов по недопущенню попадання води в паливо. Третій недолік – наявність в спирті полярної гідроксильної групи, що робить його хімічно більш активним, ніж традиційні види палива та ефіри. Навіть при малій кількості вмісту води етанол набуває високої електропровідності, тому спричиняє ерозію металів. Проте ерозію можна уповільнити і навіть майже зупинити шляхом введення в агресивне середовище інгібіторів – речовин, що створюють на поверхні металу захисну плівку.

Розрізняють декілька видів паливних сумішей етанолу. Е5, Е7, Е10 – суміші з низьким вмістом етанолу (відповідно 5,7,10 вагових відсотків) – найбільш розповсюджені. В цих сумішах добавка етанолу не тільки економить бензин шляхом його заміщення, але й дозволяє усунути шкідливу оксигенеруючу добавку МТБЕ (метилтретбутилового етеру), яка забруднює з канцерогенним ефектом поверхневі та підземні води. Е85 – суміш 85% етанолу і 15% бензину. – стандартне паливо для так званих «Eflexible- fuel" машин, розповсюджених переважно в Бразилії, де організовано їх серійне виробництво. Е 95 – суміш 95% етанолу і 5% паливної присадки. Е100 – формально 100% етанол, але в зв'язку з високою гігроскопічністю отримання спирту без залишків води утруднено, тому під Е100 мають на увазі азеотропну суміш етанолу і води: у вагових відсотках відповідно 96:4 або об'ємних – 93:7.

У 1999 р. в Україні було вироблено понад 15,6 тис. тонн ВДК як домішки (6-8 %), що дало змогу виробити понад 200 тис. тонн сумішевих бензинів. Протягом 2000 р., за даними Державного концерну «Укрспирт», в Україні було вироблено понад 5 тис. тонн, а в 2001 р. – 1 тис. тонн етанолу. Згорання виробництва етанолу протягом останніх років, з одного боку, виникло у зв'язку з нижчим рівнем вартості на світлі нафтопродукти порівняно з етанолом, а з іншого – через відчутний щорічний ріст вартості сировини, з якої

вироблялися ВДК. Так, якщо у 1999 р. вартість 1 т меляси знаходилася в межах 80-120 грн/т, то в 2000 р. вона сягнула понад 400 грн/т, а в 2008 р. становила більше 800 грн.

Балансова потужність 75 підприємств спиртової галузі складає 61 млн дал на рік. За повного насичення внутрішнього ринку спирту в Україні, яке склало у 2008 р. 21,6 млн дал, та 5,3 млн дал спирту на експорт, невикористані потужності всіх спиртових заводів складають близько 50 %. Вказані потужності планується перевести на виробництво біоетанолу, іншої продукції.

Виробляти бензини моторні сумішеві марки А-92 Ек, А-95 Ек, А-98 Ек із добавками на основі біоетанолу від 2% мають право ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття», ВАТ «Лукойл-Одеський НПЗ», ВАТ «Херсоннафтопереробка», Шебелинське відділення з переробки газового конденсату і нафти, Управління з переробки газу та газового конденсату дочірньої компанії «Укргазвидобування» НАК, «Нафтогаз України», ЗАТ «Укртатнафта». Бензини моторні сумішеві марки А-92 Ек, А-95 Ек, А-98 Ек із вмістом ЕТБЕ від 5% мають право виробляти «Лисичанська нафтова інвестиційна компанія», ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття», ВАТ «НПК – Галичина», ВАТ «Лукойл-Одеський НПЗ», ВАТ «Херсоннафтопереробка», Шебелинське відділення з переробки газового конденсату і нафти управління з переробки газу та газового конденсату дочірньої компанії «Укргазвидобування» НАК «Нафтогаз України», ЗАТ «Укртатнафта». Біоетанол мають право виробляти Барський, Кам'янський, Коростишівський, Лохвицький спиртові комбінати та Гайсинський, Івашківський, Жовтневий, Триліський, Тростянецький, Наумівський, Хоростківський та Тхорівський спиртові заводи [63]. Якщо заміщувати до 10% вуглецевих нафтопродуктів Україні біоетанолом за умови масового виробництва сумішевих бензинів, то внутрішній ринок біоетанолу може сягнути 200 – 250 тис. т на рік. Наявні спиртові заводи потребують значної модернізації (апаратура та технології створювались для виробництва високоочищеного етанолу харчових кондицій), але це вимагає надзвичайно високих енерговитрат. На тонну виробленого біоетанолу спиртозаводи в Україні витрачають 9 – 12 т пари, а заводи США та Канади – 2 – 3 т. Зростання цін на газ робить виробництво біоетанолу ще більш дорогим та неконкурентоздатним. Тож потрібно застосування обладнання та технологій, що сприяли б зниженню енерговитрат, а

також використовували б схеми комплексної переробки сировини. В етанол перетворюється лише крохмаль (50 – 70%), решту складають ліпіди (2 – 8%) та білки (9 – 15%). За схемами комплексної переробки сировини зерно переробляється з виділенням ліпідів та білків, після чого у виробництві спиртів використовується крохмальна частина. Застосування таких технологій може дозволити збільшити рентабельність виробництва спиртів на 20 – 25%. Крім того, для виробництва біоетанолу потрібне виробництво оксигенату спирту, яке з різних причин припинено в Україні.

УкрНДІспиртбіопрод (Український інститут спирту і біотехнологій виробничих продуктів), Національний Університет Харчових Технологій і концерн «Укрспирт» розробили і впровадили технологію високооктанової кисневмісної добавки (ВКД) до бензину (ТУ У 30183376.001- 2000, а також високооктанової кисневмісної добавки – сирцю ТУ У 30219014.001-2001), що є аналогами біоетанолу. Виробництво ВКД було впроваджено на Барському, Довжицькому, Гайсинському, Дублянському Луганському, Маловисківському спиртозаводах та Узинському оцтово-дріжджовому заводі з загальною добовою потужністю 120 т ВКД. ВКД можна виробляти з зерна або крохмалемісткої сировини (наприклад, цукрового сорго). Відповідний орган стандартизації ТК «Нафта-Стандарт» дозволив застосування 6% ВКД у бензинах. Експлуатаційні характеристики автомобілів, що використовують 6% ВКД до бензину, не гірші за характеристики автомобілів, що використовують бензин марок А-92 та А-76. Добавка 8% ВКД до бензину А-76 підвищує його октанове число до вимог бензину А-2. ВКД не погіршує технічний стан автомобіля, інфраструктури, а також зменшує концентрацію шкідливих газів від роботи автомобіля, особливо у містах. З урахуванням результатів випробувань розроблений і затверджений галузевий стандарт України на бензини моторні сумішеві.

Технологію виробництва добавки до бензину почали застосовуватися в Україні ще в 1998 р. – виготовлені суміші містили 5% етанолу. Основним сировинним ресурсом українського біоетанолу вважалась меляса – відход цукробурякового виробництва. До 2003 р. суміші бензину з етиловим спиртом готувалися на нафтобазах, потім цю функцію передали нафтопереробним заводам, після чого виробництво таких сумішей припинилося.

Українська назва паливного етанолу того періоду – високооктанова кисневмісна добавка (ВКД).

В останні роки Україні в моторному паливі використовується в незначній кількості лише ректифікований спирт, що отримується традиційним способом. Але крім негативного економічного фактору (висока вартість) такий спирт «занадто» очищений – перевагу при використанні для паливних сумішей має спирт-сирець, оскільки він містить корисні для палива сполуки (інші спирти, ефіри, аміновмісні органічні суміші), хоча є і небажані домішки (вода, кислоти, сполуки сірки).

Активні дії з просування етанольного палива на українському ринку здійснювала ТОВ «Біоенергетична компанія», якою спільно з Інститутом харчової хімії і технології НАН України було створено альтернативне моторне паливо «БЮ-100». До складу «БЮ-100» входить майже 70% етанолу та вуглеводневих компонентів. За своїми якостями «БЮ-100» відповідає бензину А-95 та А-98. При цьому шкідливі викиди у повітря при використанні «БЮ-100» значно менші. Паливо пройшло повний цикл випробувань в спеціалізованих інститутах Мінпаливенерго і Мінтрансу України, визнано повністю придатним для використання в бензинових двигунах. В 2006 р. було здійснено виробництво цього виду біопалива на основі компоненту моторного палива альтернативного (КМПА) із відновлювальної сировини рослинного походження на Лохвицькому спиртовому комбінаті. Охочими виробляти це паливо виявились підприємства інших галузей. Проте вже в 2007 р. виробництво «БЮ-100» перемістилося до Молдови (в силу ряду причин організаційно-економічного характеру: законодавчо-нормативна неврегульованість даного виробництва, монополізм в спиртовій галузі, економічна неконкурентопрможність отримуваної в Україні продукції в тодішніх умовах ціноутворення – включення до ціни акцизного збору), хоча реалізація біопалива мала місце і на території України. В 2009 р. Лохвицький спирткомбінат відновив випуск «БЮ-100». Влітку 2009 р. на автозаправочних станціях Вінничини даний вид пального реалізувався за ціною 6,3 грн/л, що було на 40 коп. дешевше ціни бензину А-95.

З'являлось чимало інших проектів щодо виробництва біоетанолу. В свій час до здійснення програми виробництва біопалива приступило Сумське обласне державне об'єднання спиртової і лікерогорілчаної промисловості «С-умиспирт»: був підписаний

протокол про наміри з французькою компанією на монтаж обладнання з виробництва біоетанолу, розроблена документація, планувалось випустити 20 тис. дал палива на добу. На Лужанському експериментальному заводі впроваджено виробництво рідини автомобільної універсальної «Гамаюн» – добавки до моторного пального. Про плани розпочати в 2010 р. виробництво домішки до палива заявлено заводом в Золотоноші Черкаської області.

Інститутом цукрових буряків НААН України спільно з Ялтушівською та Веселоподільською дослідними станціями проводяться дослідження з виробництва біопалива з різних енергетичних культур: переробки цукрових буряків, сорго на тверді (пеллети, брикети), рідкі види біопалива (етанол, бутанол) та газ метан, міскантусу та свічграсу на пеллети і брикети та газ метан.

Чимало проблем пов'язано з утилізацією такого побічного продукту біоетанольного виробництва, як барда. Але слід зауважити, що УкрНДІспиртбіопрод розробив комплексну технологію анаеробно-аеробної очистки стокових вод в суміші з бардою з отриманням біогазу [54]. Технологія відпрацьована на експериментальній та дослідно-промислових установках, здана відомчій комісії на Попівському експериментальному заводі України і вперше запроваджена в промисловому масштабі на Луганському експериментальному заводі й ЗАТ «Бринцалов».

Слід мати на увазі, що в частині сировинного забезпечення виробникам біоетанолу доведеться конкурувати з іншими споживачами і переробниками сільськогосподарської продукції (тваринництвом, кормовою промисловістю, харчовою промисловістю, зокрема борошномельною, лікєро-горілчаною, кондитерською, цукробуряковою та ін.). Стосовно потреби в меласі, то на вітчизняному ринку крім спиртової промисловості вона використовується кондитерською галуззю, для виготовлення хлібопекарських дріжджів, лимонної кислоти, незначна частка -кормових добавок для тварин.

Розвитку виробництва біоетанолу та на його основі сумішевого моторного пального в Україні слугуватиме створення збалансованої системи регуляторних ринкових інструментів щодо його виробництва, зберігання і реалізації.

В Україні є ряд проектів, які можуть бути інвестовані великими міжнародними інституціями, такими як Європейський Банк Реконструкції і Розвитку (ЄБРР) (мінімальний кредит 7 млн дол.

США) та Європейський Інвестиційний Банк (ЄІБ) (мінімальний кредит 20 млн дол. США). Ці проекти передбачають переважно будівництво заводів та комплексів з виробництва біодизеля. Для отримання кредитів виробникам потрібні державні гарантії, а також вони мають включати розвиток інфраструктури для транспортування зробленого біопалива із включенням її в систему транскордонних транспортних коридорів. Заводи з переробки ріпаку вже збудовані в Донецькій, Житомирській, Сумській, Вінницькій, Волинській областях, а також можуть бути перепрофільовані олієекстракційні заводи у Кіровоградській та Миколаївській областях (табл. 4.2).

За різними оцінками експертів з площі наявної ріллі під вирощування енергетичних культур можливо використовувати від 2 до 4 млн га [36]. Згідно з Програмою розвитку виробництва дизельного біопалива до 2010 р. оптимальним вважалося виділення 2,5 млн га орних земель для вирощування ріпаку при його врожайності 25 -30 ц/га.

Виходячи із припущення, що до 2015 р. вироблятиметься 5% біоетанолу і 5 % біодизеля в Україні від загальної кількості споживання мінеральних видів пального, необхідно виробити 0,37 млн т біоетанолу та 0,29 млн т біодизеля в рік.

При цьому, якщо для задоволення 5 % потреби в біодизеля визначено тільки ріпакове насіння та для одержання етанолу використовуватиметься кукурудза в розмірі 60 %, пшениця – 20 і цукрові буряки – 20 %. Тоді для виробництва біодизеля і біоетанолу з часткою 5 % у мінеральному пальному необхідно залучити близько 580 тис. га площ сільськогосподарських угідь, що становить 1,79 % від загальної суми площ орних земель в Україні.

Отже, наші розрахунки кількості необхідних площ для виробництва біопалива вказують на незначну зміну використання площ для виробництва основних сільськогосподарських культур на продовольчі цілі [31].

Ринок енергетичних культур, як сировинних ресурсів для виробництва біопалива, знаходиться в Україні на рівні становлення і перебуває у стадії динамічного перетворення. Інституційна і матеріальна база для цього активно готується державними і недержавними (комерційними та громадськими) структурами України. Управління ринком біосировини з боку держави все більше відбувається через механізм регулювання попиту і пропозиції, за допомогою ринкових важелів.

Таблиця 2.2

## Наявні біодизельні заводи на Україні

Область	Назва підприємства	Потужність виробництва		Технічний стан в якому знаходиться об'єкт, рік пуску	Примітка. З якого часу працює
		Існуюча (одиниця виміру)	Проектна (одиниця виміру)		
Вінницька	НВП «Мирів», м.Немирів	12т/добу	12т/добу	Задовільний, 2008 р.	Готовий до роботи
	ВАТ «Агромаш», м.Мурованокуриловці	1 т/добу	-	2007 р.	Готовий до роботи
	Цех з виробництва біодизеля, с.Непедівка, Козятинський р-н	0,5т/добу		2008 р.	Готовий до роботи
	«Вег Сан Завод» Тульчинський р-н	0,5т/добу (167 т/рік)	-	2009 р.	Готовий до роботи
Донецька	111! «Восход», с. Михайлівна	500л/год (12 т/добу)	500л/год	Готовність 100%	3 вересня 2008р.
	ГОВ «Екологія», м. Донецьк	1000л/год (24 т/добу)	1000л/год	Готовність 90%	Не працює
Львівська	Цех з виробництва біодизеля ФГ «Кільган» Миколаївський р-н	2800 (10 т/добу)	2800	Готовність 100%	Готовий до роботи
	Цех з виробництва біодизеля ПП «LandKom» Жовківський р-н	500 тис. л/рік	500 тис. л/рік	Монтується обладнання	-
Одеська	«Біодизель Бессарабії»	8600,От/р	8600,От/р	Добрий, 2008 р.	3 липня 2008 р.
	ВАТ «Металіст», м. Білгород-Дністровський	0,7 т/год	0,7 т/год	Добрий. 2008 р.	4 квартал, 2008 р.

Продовження таблиці 2.2

	ВАТ «Порцелак-Агро», Лубенський р-н	270 л/год	300	Задовільний	2006 р.
	ТОВ «Приват-Альянс», смт.Машівка	4000 (16 т/добу, 8 тис.т/рік)	8000	Продається обладнання	2007 р.
Рівненська	ФГ ім.Шевченка	720л/добу	720л/добу	13 січня 2009р. Завершується монтаж облад- нання по пере- робці ріпаку на олію	Березень 2009 р.
Тернопільська	СФНВГ «Коваль», с.Васильківці	2 т/добу	3000 л/добу	У робочому стані, потребує доукомплек- тування	2007 р.
	ФГ «Юко», с.Мишковичі	10 т/добу	10000 л/добу	Відсутні потужності для переробки на- сіння олійних культур на олію	2007 р.
Херсонська	ПФ «Лібер», м.Херсон	10 тис. т рік	20 г/р.	Задовільний	2007 р.
	ТОВ «Янтар-Бюкомплекс» Белозерський р-н	1 тис.тон/рік	1 тис.тон/рік	Задовільний	2006 р.
	СООО «Махаріши», Каланчацький р-н	1 тис.тон/рік	1 тис.тон/рік	-	Планується
	ГШ «Харістон» Чаплинський р-н	700 тонн/рік	700 тон/рік	-	Планується
Київська	ТОВ «Бютехнологп і системи»				«Біодизельне паливо» Л(3). Ефіри метилові жирних кислот

Слід зауважити, що економічна сутність ринків біосировини досить різноманітна, ступінь значимості їх в економіці країни та стан розвитку також неоднакові.

Біосировина має свої особливості, оскільки кожний із її видів відрізняється від іншого споживчими якостями. Тому механізми їхнього формування і функціонування можуть бути нетотожними.

Розгляд структури ринку моторного біопалива в Україні з позиції представників цього ринку дозволяє виокремити такі особливості структури ринку:

- формально на ринку присутні багато агентів, фактично їхні зусилля є недостатніми для формування та розвитку ринку, чому на перешкоді стоїть недієва законодавча база;

- при формуванні ринку значно більша увага приділяється стороні пропозиції;

- ринок моторного біопалива формується стихійно, а, у випадку біодизеля, його виробники і є його ж споживачами.

Отже, ринок біопалива – це певний простір, де взаємодіють представники, які формують два основні чинники – попит на біопаливо та його пропозицію в рамках визначеного інституціонального середовища. Аналізуючи склад наявних представників ринку, експерти зазначають, що ринок біопалива є неформальним ринком, який розвивається стихійно.

Можна виділити наступних представників, які мають відношення до виробництва та використання біопалива:

- держава та її інституціональні органи в особі законодавчих, виконавчих органів різних рівнів, що створюють відповідну законодавчу базу, систему заохочень (як то переваги у оподаткуванні), сприяти створенням власних чи адаптації запозичених технологій (наприклад, через державні замовлення), а також поширенню інформації про наявні технології, обсяги виробництва тощо;

- підприємства, що займаються виробництвом енергії. Також це можуть бути об'єднання підприємств певної галузі, які потенційно можуть виробляти біопаливо (наприклад, «Укрбіоенерго»);

- виробники сировини для виробництва біопалива (сільськогосподарські виробники, трейдери тощо);

- переробні підприємства або їх об'єднання з метою виробництва певних видів продукції, переробки певних типів сировини, наприклад, державний концерн спиртової та лікєро-горілкової промисловості «Укрспирт», олієжирові комбінати;

– галузі, пов’язані з виробництвом та споживанням біопалива – хімічна, харчова, автомобілебудування;

– нафтотрейдери та НПЗ, агенти оптової, дрібнооптової та роздрібною торгівлі нафтопродуктами, що потенційно можуть використовувати різні види біопалива, а також бути задіяними у його перерозподілі, передачі та продажу, а також заводи з виробництва спирту і заводи з переробки рослинних та тваринних жирів. Нерідко це можуть бути транснаціональні корпорації, які займаються переробкою/продажем традиційних нафтопродуктів, а також можуть фінансувати наукові розробки стосовно впровадження нових видів біопалива;

– організації, які займаються наданням консультаційних послуг, розробкою обладнання, обслуговуванням, науково-дослідні та конструкторські установи;

– урядові та неурядові організації, професійні об’єднання, які поширюють дані ініціативи, здійснюють різноманітні дослідження, розробляють рекомендації стосовно законодавства та регулювання ринків відновлюваної енергії;

– споживачі (комунальні автотранспортні служби, приватні особи), які потенційно можуть використовувати біопаливо.

В Україні щорічно виробляється понад 80 млн. тонн побічної продукції рослинництва, яка є важливим джерелом органічної речовини для збереження та підвищення родючості ґрунтів, використання у тваринництві та виробництва теплової енергії.

Одним з перспективних видів біоенергетики в Україні є використання соломи зернових культур. Зернові культури – основні продуценти вегетативної маси, традиційно займають у структурі посівів від 40-55%. За розрахунками деяких вітчизняних вчених, навіть у разі врожаю зернових 24 млн. т потенційний збір соломи злаків може становити 20 млн. т. [34].

Використання соломи та рослинних решток сільськогосподарських культур на добриво набуло особливого поширення в країнах з розвинутою економікою, набуває воно поширення і в Україні. Обумовлено це тим, що в сучасних умовах при обмеженому внесенні в ґрунт органічних і мінеральних добрив підтримання балансу гумусу на відносно задовільному рівні можливе лише за умов застосування післяжнивних рослинних решток польових культур і, передусім, соломи озимих колосових культур як органічних добрив.

За даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім.О.Н.Соколовського» в Україні зараз щорічні втрати гумусу сягають 0,5 т/га ріллі. В той же час є можливість за рахунок використання соломи та рослинних решток повертати в ґрунт на кожний гектар 15-20 кг азоту, 8-10 кг фосфору і 30-40 кг калію. Використовуючи 17-20 млн. тонн соломи в якості органічних добрив можна заощаджувати щорічно понад 100 тис. тонн азоту, 70 тис. тонн фосфору та 250 тис, тонн калію.

Для наукового забезпечення реалізації зазначеного заходу в Україні завершено ряд наукових розробок щодо технологій та технічних засобів збирання і використання соломи та рослинних решток, системи заходів щодо відтворення гумусу в ґрунтах, надалі досліджуються економічні та екологічні аспекти застосування соломи як добрива, з урахуванням вимог агротехніки до подрібнення рослинних решток, рівномірності розподілу їх по поверхні поля, глибини загортання в ґрунт. Проте пряме використання соломи на органічне добриво досліджено ще недостатньо, особливо враховуючи нові тенденції використання біосировини.

Відповідно до вимог агротехніки науковими установами інженерного профілю спільно з конструкторськими організаціями розроблено технічні засоби для подрібнення соломи та рослинних решток грубостеблових культур, розподілу їх по поверхні поля і загортання в ґрунт на задану глибину. Зокрема в ННЦ «ІМЕСГ» розроблено наукові основи та створено технічні засоби для реалізації копицевої, потокової та валкової технологій збирання соломи, основними з яких є: комплекс машин для збирання зернових культур, що включає універсальний подрібнювач соломи, причіпи- накопичувачі подрібненої соломи та полови, скиртувальний агрегат, начіпний та причіпний копнувачі, самозавантажувальний причіп та інші технічні засоби. Використання цих розробок дає можливість збирати соломку у змінні причепи або подрібнювати і розподіляти її по поверхні поля з наступним заорюванням або загортанням у ґрунт. В окремих господарствах застосовується потокова технологія із збором подрібненої соломи в змінні причепи. Обсяг її застосування обмежується термінами збирання, погодними умовами, навантаженням, високою вартістю пального та недостатньою забезпеченістю господарств зернозбиральними комбайнами і тракторами для транспортування причепів з соломкою до місць зберігання.

Комбайни західноєвропейських та американських фірм реалізують валкову технологію збирання соломи, або розкидають подрібнену солому по полю. Покладену комбайном у валок солому необхідно або подрібнити і розтягнути по поверхні поля, або підібрати і вивезти за межі поля, якщо передбачається використати її в господарських цілях. Для підбирання соломи використовують прес-підбирачі, які пресують її у рулони, або у великі паки.

Хоча технологія збирання подрібненої соломи в змінні причепи підвищує енергозатрати на збирання соломи на 20-25 % і зменшення продуктивності комбайнів на 10-12 % і більше залежно від рівня організації робіт та дає можливість подальшого використання соломи на корм, підстилку і як сировинну для біопалива.

Подальшим розвитком потокової технології із збиранням подрібненої соломи є розроблена ННЦ «ІМЕСГ» НААН великокопицева, при якій подрібнена солома збирається в причіпні швидко розвантажувальні причепи ємністю 60 м<sup>3</sup> і вивантажується без зупинки комбайна на полі. Великі копиці, утворені таким чином, підбирають самозавантажувальним причепом- підбирачем і транспортують до місць зберігання. Застосування такої технології збільшує рентабельність на 15 %.

Науково-дослідним інститутом ім. Л. Погорілого адаптовано світовий досвід технології збирання врожаю зернових культур обчісуючими жниварками, яка останнім часом довела свою перевагу над традиційним способом і набуває все більшого поширення в сільгосп підприємствах завдяки збільшенню продуктивності комбайнів майже у 2 рази, полегшення збирання вологого та забур'яненого хлібостою.

## **РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ РОЗВИТКУ БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ ТА У СВІТІ В ЦІЛОМУ**

### **3.1. Сертифікація сировини для переробки на біопаливо згідно директиви 2009/28/ЄС**

Директива 2009/28/ЄС прийнята Європейським Парламентом та Радою ЄС 23 квітня 2009 р. з метою заохочення використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел. Директива 2009/28/ЄС вносить зміни до, а в подальшому скасовує Директиви 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС [2].

Директива 2009/28/ЄС базується на наступних засадах: збільшення використання енергії, видобутої з відновлювальних джерел становлять разом з економією енергії та підвищенням енерго-ефективності важливі складові комплексу заходів, що вимагаються для скорочення викидів парникових газів та для виконання Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про кліматичні зміни, а також до інших зобов'язань, взятих на рівні Європейського Співтовариства та міжнародному рівні з метою скорочення викидів парникових газів після 2012 р. Ці фактори повинні відіграти значну роль у підвищенні надійності енергозабезпечення, послаблення залежності від імпортованої нафти в транспортному секторі, сприянні технологічному розвитку та інноваціям, а також у створенні перспектив нових робочих місць та регіональному розвитку, зокрема в сільській та ізольованій місцевості.

Вважається, що інноваційно-інвестиційна, стабільна конкурентоспроможна політика в галузі енергетики дозволяє досягти економічного зростання. При цьому ефективність виробництва енергії з відновлювальних джерел залежить від місцевих та регіональних малих та середніх підприємств. У зв'язку з цим Європейська Комісія та держави-члени повинні підтримувати заходи, вжиті на національному та регіональному рівнях з метою сприяння розвитку в цих галузях, заохочувати до обміну найкращими практиками, пов'язаними з виробництвом енергії з відновлюваних джерел між ініціативами місцевого та регіонального розвитку, тощо.

Директивою 2009/28/ЄС визначаються спільні рамки для заохочення до видобутку енергії з відновлюваних джерел. Нею передбачаються обов'язкові національні цілі для частки енергії, що

видобувається з відновлюваних джерел у сукупному кінцевому споживанні енергії, а також частки енергії, що видобувається з відновлюваних джерел для споживання енергії у транспортному секторі. Даним документом також запроваджуються правила щодо статистичних трансфертів між державами-членами, спільних проєктів між останніми та з третіми країнами, гарантій походження, адміністративних процедур, інформації, підготовки кадрів та доступу до електромережі для енергії, що була видобута з відновлюваних джерел. Директивою визначаються критерії стабільності для біопалива та біопаливних рідин – вимоги, які стосуються усіх наслідків, пов'язаних з використанням біологічних джерел енергії (шкідливих викидів, зміни використання земельних ресурсів, охорони навколишнього середовища та вирішення соціальних проблем).

Питання доцільності виробництва біопального з точки зору енергетичної ефективності та екологічних аспектів набуло неабиякого розмаху не тільки на Європейському рівні, а й в цілому у світі. Причиною гострих дискусій вчених, фахівців різних установ та організацій стали чисельні дослідження, що насамперед вказували на затрати все більшої кількості енергії для отримання біологічного пального. Крім того при врахуванні емісій викидів парникових газів під час проходження всіх етапів виробництва біопального інколи отримували навіть від'ємний екологічний баланс. Особливо це проявилось в тих країнах, де замість лісів з'явилися плантації для вирощування енергетичних культур.

Тому, на особливу увагу заслуговують вимоги щодо практики господарювання в сфері біоенергетики: сільськогосподарську сировину для виробництва біопалива необхідно отримувати відповідно до стандартів і правил. Розвиток біоенергетичної галузі не повинен негативно впливати на доступність продуктів харчування за ціною, зокрема для осіб, які живуть у країнах, що розвиваються.

Країни-члени ЄС зобов'язувалися впровадити положення Директиви до 1 грудня 2010 р. Її суть полягає в тому, що вирощування відновлювальних видів сировини для виробництва біопалива не має відбуватися за рахунок людей та природи. Тобто не слід при вирощуванні рослин руйнувати землі, які підлягають особливому захисту (наприклад, тропічні ліси), або землі з високим вмістом вуглекислого газу (наприклад, торфовища). Щоб досягти такого рівня сталості виготовлення біомаси, потрібно встановити контроль за усіма учасниками переробного ланцюжка: від сільськогосподарських підприємств до спо-

живачів. Процедурою систематичного контролю буде простежуватись, по усіх ступенях створеної вартості, система балансу маси.

Приписи Директиви поширюються на підприємства всього ланцюга з виробництва, переробки та постачання та на операторів установок. Ці заходи, на думку європейських парламентарів, матимуть суттєвий вплив на ринки біопалива в ЄС та торкнуться як місцевих, так і зарубіжних учасників ринку. Адже вона встановлює нові цільові показники відновлювальної енергії та обов'язкові до виконання критерії сталості для певних видів біопалив. А саме, біомаса та біопалива, які будуть відповідати вимогам сталості не зараховуватимуться до нових високих нормативних часток та виключатимуться з програм підтримки в ЄС та країнах-членах.

Для того щоб використовувати біомасу для виробництва енергії необхідно довести, що заощадження обсягу викидів парникових газів на певний рівень нижчий порівняно з викопними енергоносіями. Окрім цього на території ЄС необхідно дотримуватись вимог Cross Compliance (взаємна згода). Приведені докази про виготовлення біомаси у сталому режимі є передумовою для певних відшкодувань коштів, зменшення податкових обтяжень або виконання квот.

Слід зазначити, що основні положення Директиви ЄС стосуються екологічних аспектів поширення використання відновлюваних джерел енергії і їх зміст стосовно біологічних видів пального можна викласти у наступних пунктах:

1) проведення моніторингу впливу культивування землі, на якій вирощують біомасу, що ґрунтується на оцінці зміни від використання землі, включаючи вплив на біорізномаяття, продовольчу безпеку та розвиток сільських територій;

2) закладення чіткої методики розрахунку викидів парникових газів при використанні біологічних та мінеральних видів пального;

3) для уникнення диспропорцій при адміністративному втручанні, перелік стандартних значень викидів парникових газів повинен бути затвердженим для традиційного біологічного палива, з подальшим їх оновленням та доповненням. Підприємства мають постійно надавати інформацію про рівень зменшення викидів парникових газів при виробництві біологічних видів палива, порівнюючи із затвердженими у переліку стандартними значеннями;

4) світовий попит сільськогосподарської продукції зростає. Частина зростаючого попиту на сільськогосподарську продукцію досягатиметься завдяки зростанню кількості земель, що належать

сільському господарству, відновлення землі, що надто деградована або великою мірою забруднена і таким чином не може використовуватись у теперішньому стані;

5) виконання поставленої цілі вмісту частки біопального необхідно гарантувати введення на ринку суміші з підвищеною часткою біодизеля в дизельному пальному, ніж передбачено стандартом EN509/2004;

6) при підрахунку впливу величини кількості викидів парникових газів при обробці землі, необхідно використовувати реальну оцінку вмісту вуглекислого газу, пов'язаного з використанням землі. Міжурядова експертна група із зміни клімату здійснює оцінку викидів парникових газів при зміні цільового призначення використання земель та закладає так звану стандартну оцінку. При цьому комісія повинна прийняти методичку, яка слугувала б за базу для розрахунків зміни кількості викидів вуглецю, що передбачається даною Директивою, включаючи зміни площ лісів із покриттям від 10 до 30%, чагарникових земель, лук;

7) земля не може бути переорана для виробництва біопального, якщо власне викиди вуглекислого газу неможливо зменшити за відповідний період часу. Це має запобігати непотрібним, обтяжливим дослідженням, оскільки перетворення землі з великим вмістом вуглецю небажане для вирощування сировини на енергетичні потреби. Світові запаси вуглецю вказують, що заболочені й лісові площі із покриттям більше, ніж 30 % повинні включатися в цю категорію. Площі лісу з покриттям від 10 до 30 % мають бути також включеними, якщо є ознака того, що запаси вуглецю досить високі, щоб здійснювати перетворення відповідно до правил, прописаних у цій Директиві. Посилання щодо використання заболочених територій повинно базуватися на визначені, сформульованому в Конвенції важливості світових заболочених територій, прийнятої 2 лютого 1971 р. у Рамсарі, особливо стосовно середовища флори та фауни;

8) стимули, представлені в цій Директиві, заохочуватимуть виробництво біологічних видів пального в усьому світі. Біологічні види пального, одержані із сировини країн ЄС, повинні задовольняти ЄС вимогам навколишнього середовища щодо ведення сільського господарства, включаючи відповідно захист ґрунтових і якість поверхневих вод. Однак існує стурбованість відносно того, що виробництво біологічних видів пального в країнах третього світу може спричинити негативний вплив щодо мінімальних

вимог захисту навколишнього середовища і соціальних вимог. Цим потрібно стимулювати розвиток багатосторонніх і двосторонніх угод, а також прийняти добровільні міжнародні і національні схеми, які вирішують проблеми навколо питань навколишнього середовища і соціального аспекту, щоб стимулювати світове виробництво біологічних видів пального шляхом стійкого розвитку;

9) при розробці схем підтримки країни-члени ЄС можуть стимулювати використання біопального, яке надає додаткові вигоди, включаючи вигоди при диверсифікації виробництва біопального, виробленого з відходів, залишків, непродовольчої целюлозної, лігно-целюлозної речовини і водоростей, так же само як і незрошених рослин, вирощених у посушливих зонах для боротьби з процесом опустелення. Країни-члени ЄС можуть сприяти вкладанню інвестицій в дослідження і розвиток у відношенні до наявних та інших відновлюваних енергетичних технологій, які потребують часу для того, щоб стати конкурентоспроможними;

10) «гарантія походження відновлюваних джерел енергії» означає електронний документ та має функцію, що передбачає доказ кінцевим споживачам підтвердження частки чи якості енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, як вимагається Директивою 2003/54/ЄС[2].

Окрім основних положень Директиви, які більшою мірою стосуються нарощування та розвитку біологічних видів пального з огляду на екологію, необхідно також охарактеризувати основні моменти статей Директиви:

1) згідно статті 3 кожна країна-член ЄС повинна гарантувати частку енергії із відновлюваних джерел у загальному кінцевому споживанні енергії в 2020 р. на рівні щонайменше поставлених національних цілей.

Обов'язкове виконання національних цілей має узгоджуватися з метою досягнення частки енергії з відновлюваних джерел у розмірі щонайменше 20 % до загального кінцевого споживання енергії в ЄС у 2020 р. Для полегшення досягнення цілей, закладених у даній статті, кожна країна-член ЄС повинна стимулювати ефективне використання енергії та сприяти впровадженню енергоощадних технологій.

Для досягнення цілей, наведених вище, країни-члени ЄС повинні використовувати систему заходів підтримки, посилювати кооперацію між країнами-членами ЄС і країнами третього світу.

Кожна країна ЄС повинна гарантувати частку енергії із відновлюваних джерел для транспорту в 2020 р. у розмірі 10 % кінцевого споживання енергії в транспорті;

Таблиця 3.1

**Наміри країн ЄС щодо частки відновлюваної енергії в загальному кінцевому споживанні енергії в 2020 р.**

Країна	Частка відновлюваної енергії в загальному кінцевому споживанні енергії, %	
	2005 р.	2020 р.
Бельгія	2,2	13
Болгарія	9,4	16
Чеська республіка	6,1	13
Данія	17,0	30
Німеччина	5,8	18
Естонія	18	25
Ірландія	3,1	16
Греція	6,9	18
Іспанія	8,7	20
Франція	10,3	23
Італія	5,2	17
Кіпр	2,9	13
Латвія	32,6	40
Литва	15,0	23
Люксембург	0,9	11
Угорщина	4,3	13
Мальта	0,0	10
Нідерланди	2,4	14
Австрія	23,3	34
Польща	7,2	15
Португалія	20,5	31
Румунія	17,8	24
Словенія	16,0	25
Словацька республіка	6,7	14
Фінляндія	28,5	38
Швеція	39,8	49
Англія	1,3	15

2) кожна країна-член ЄС зобов'язана прийняти Національну програму дій в галузі відновлюваних джерел енергії, яка встановлює цілі щодо частки енергії, яка видобувається з відновлюваних джерел та споживається у сфері транспорту, у сфері виробництва електроенергії, опалення й охолодження в 2020 р., враховуючи переваги від прийняття політичних рішень стосовно підвищення енергетичної ефективності в кінцевому споживанні енергії та беручи до уваги чинники для досягнення національних цілей, включаючи кооперацію між локальними, регіональними і національними органами влади, планування передачі статистичних даних або виконання спільних проєктів, національну політику для розвитку наявних ресурсів із біомаси і мобілізацію нових ресурсів із біомаси для різноманітного використання;

3) незалежно від того, чи виробляють сировину всередині або за межами території ЄС, енергія із біопального береться до уваги за умови, якщо забезпечуються стійкі критерії розвитку;

4) викиди парникових газів, зменшені в результаті використання біопального, повинні становити щонайменше 35%. Із січня 2017 р. зменшення викидів парникових газів від використання біопального має досягти 50%, а з 1 січня 2018 р. – 60% для біопального, одержаного на підприємствах, виробництво якого розпочалося після 1 січня 2017 р.;

5) біопалива і рідке біологічне пальне не повинні бути виробленими із сировини, вирощеної на землях, що мають хоча б одну із характеристик до чи після 2008 р.: ліси та інші заліснені території, де не чітко виявляється людська активність, а екологічні процеси незначно порушені; площа відмічена законом або відповідними органами влади як об'єкт захисту природи; захист рідких, або таких, що знаходяться на межі зникнення чи під загрозою зникнення екосистеми, признані за міжнародними угодами для збереження Природи; високо насичені біорізноманіттю пасовища та луки;

6) біопалива і рідкі палива не повинні бути виробленими із сировини, отриманої із земель з високим вмістом вуглецю, а саме земель, що отримали один із наступних статусів у січні 2008 р.: болота, заліснена територія; біопалива і рідкі біопалива не повинні

бути виробленими із сировини, отриманої із земель, що були заболоченими в 2008 р., окрім даних, які підтверджують, що культивация і збір врожаю цієї сировини не призвів до осушення земель; комісія повинна кожні 2 роки надавати звіт Європейському парламенту стосовно країн третього світу і країн-членів ЄС про те, що наявні значні сировинні ресурси для виробництва біопалива в рамках Європейського Союзу враховують стійкі критерії розвитку та сприяють захисту земель, води і повітря. Перший звіт повинен бути наданий у 2012 р. Комісія представлятиме кожні 2 роки звіт Європейському парламенту про вплив на соціальну стабільність в ЄС і країнах третього світу через зростання попиту на біопальне, а також вплив політики ЄС у сфері біопалива на наявність продуктів харчування за прийнятними цінами;

7) до 31 травня 2010 р. країни-члени ЄС мали надати комісії звіт, включаючи список земельних площ на їхній території, що класифікуються як другий рівень у номенклатурі територіальних статистичних одиниць відповідно до регламенту ЄС № 1059/2003 Європейського парламенту від 26 травня 2003 р., де типові викиди парникових газів при культивуванні сільськогосподарських культур очікуються меншими або однаковими до зазначених у Директиві розрахункових (стандартних) значень емісій парникових газів (табл. 3.2); стандартні значення для біопалив і рідких біопалив можуть використовуватись лише за умови, коли сировина вирощується: за межами Європейського Союзу; на землях території Європейського Союзу, включених у список, що зазначається вище; відходи і залишки, що є іншими від сільськогосподарських, аквакультур та рибного господарства;

8) до 31 березня 2010р., Комісія повинна була представити звіт Європейському парламенту щодо виконання підготовки списку територій в країнах третього світу, де типові викиди парникових газів від культивування сільськогосподарських культур можуть очікуватись меншими, або рівними стандартних значень, представлених у Директиві.

Таблиця 3.2

**Типові та стандартні значення викидів парникових газів при виробництві біопалива з урахуванням зміни використання землі**

Виробництво біопального	Скорочення викидів парникових газів, %	
	Типове	Стандартне
Етанол із цукрових буряків	61	52
Етанол із пшениці (технологічне пальне не задане)	32	16
Етанол із пшениці (кам'яне вугілля виступає як технологічне пальне)	32	16
Етанол із пшениці (природній газ виступає як технологічне пальне в традиційних котлах)	45	34
Етанол із пшениці (солома виступає як технологічне пальне)	69	69
Етанол із кукурудзи (природній газ виступає як технологічне пальне)	56	49
Етанол із цукрової тростини	71	71
Біодизель із ріпакового насіння	45	38
Біодизель із соняшнику	58	51
Біодизель із сої	40	31
Біодизель із пальмової олії (процес не заданий)	36	19
Біодизель із пальмової олії (процес із домішкою метану на олієпереробних заводах)	62	56
Біодизель із рослинних відходів або тваринних жирів	88	83
Рослинна олія із ріпакового насіння (за водноочисної технології)	51	47
Рослинна олія із соняшникового насіння (за водноочисної технології)	65	62
Рослинна олія із пальмової олії (за водноочисної технології)	40	26
Рослинна олія із пальмової олії (за водоочисної технології, процес із домішкою метану на олієпереробних заводах)	68	65
Чиста рослинна олія із ріпакового насіння	58	57
Біогаз із муніципальних органічних відходів	80	73
Біогаз із рідкого гною	84	81
Біогаз із сухого гною	86	82

Директивою прописані цілі для розвитку біопалива та біопаливних рідин:

1) для оцінки виконання вимог цієї Директиви щодо національних цілей кожної країни-члена ЄС;

2) для оцінки виконання зобов'язань щодо використання відновлюваних видів енергії;

3) для визначення можливості отримання фінансової допомоги на споживання біопалива та біопаливних рідин.

Зарахування до вказаних цільових часток енергії з відновлювальних джерел відбуватиметься лише за умови досягнення критеріїв стабільності. Тільки у такому разі енергія та її споживання отримуватиме державну підтримку. Тобто, виробництво несталих біопалив як таких не забороняється, але виключає їх з державних програм підтримки, а значить не надає можливості отримати ринкову цінову надбавку.

Критерії стабільності – це набір спеціально розроблених показників та їх значень, які гарантують достатній рівень екологічних, соціальних та інших характеристик, які поширюються на підприємства всього ланцюга з виробництва біопалива, переробки та постачання, а також на операторів установок. Певні вимоги щодо критеріїв стабільності чітко прописані у Директиві з зазначенням точних значень та механізмів впровадження, інші – залишені у вигляді загальних приписів, які потребують подальшого регулювання та вказівок.

Перший критерій стабільності стосується реального обсягу скорочення викидів парникових газів порівняно з використанням традиційного палива. Він виражений у відсотках і складає не менше 35% для установок, введених в експлуатацію після 23 січня 2008 р., не менше 50% для установок з 2017 р. та 60%, введених в експлуатацію після 2017 р. Методика розрахунку обсягу подана у кількох варіантах:

1) використання фактичних значень скорочення, відповідно до методології наведеної у Директиві;

2) використання стандартних значень;

3) поєднання двох попередніх показників.

Стандартні значення показують переваги біопалив над традиційними і дають чітке розуміння того, чи вважатимуть сталими певні види біопалив у майбутньому.

З таблиці 3.2 видно, що етанол з пшениці, біодизель з сої та пальмової олії та рослинна олія з пальмової олії знаходяться під загрозою виробництва, бо мають менші показники скорочення ПГ ніж вимагається у Директиві. Стандартні значення різняться не лише за видами сировини, а і за видами технологій виробництва. Так, етанол з пшениці з використанням природного газу як палива для технологічного процесу має поріг скорочення ПГ майже у два рази вищий від іншого етанолу з пшениці (див. таблицю). А біодизель з пальмової олії, у виробництві якого в процесі збирається метан на олійному заводі має поріг скорочення ПГ майже у три рази вищий від такого ж біодизелю виробленого за іншою технологією. І тим самим виграє право на життя за вимоги у 50% скорочення ПГ з 2017 р.

Тому, відповідно до умов Директиви, значної уваги слід приділити саме технології виробництва біопалива і сировини в тому числі. Оскільки, за розрахунками науковців, переважна більшість викидів здійснюється на стадії вирощування сировини.

Зміна технологій у рослинництві гарантує збереження вуглецю і дасть можливість сільгоспвиробникам виконати вимоги скорочення викидів ПГ у майбутньому.

Другий критерій стабільності стосується обмеженості використання земель з високим показником біорізноманіття та запасів карбону з метою вирощування біосировини для біопалив. Вона поширюються як на вітчизняну так і на імпортовану біомасу.

Біопаливо та біопаливні рідини, не виготовляються із сировини, що походить із земель з підвищеним значення для біологічної різноманітності, тобто земель, які з січня 2008 р. отримали один із вказаних нижче статусів, незалежно від того чи перебувають вони й надалі у цьому статусі чи ні:

- одвічні ліси та інші лісові площі, а саме, природні одвічні ліси та інші лісові площі, у яких відсутні чіткі видимі ознаки людської діяльності, а екологічні процеси суттєво не порушені;
- зони, що призначені: законодавством або відповідними уповноваженими органами влади для захисту природи, або для захисту екосистем або видів, які є рідкісними, перебувають під загрозою чи на межі зникнення, що визнані міжнародними угодами або включені до переліків, розроблених міжурядовими організаціями або Міжнародним союзом охорони природи за умови, що

вказані зони були визнані відповідно до підпункту другого частини 4 статті 18, крім випадків підтвердження, що виробництво такої сировини не впливає на вказані цілі із захисту природи;

- луки з високим рівнем біорізноманітності: природні, тобто луки, які зберігатимуть таку біологічну різноманітність за відсутності втручання людини, а також зберігають природний склад видів та екологічні характеристики і процеси, або

- неприродні, тобто луки, які втратять таку біологічну різноманітність за відсутності людського втручання, і які є багатими на види та не деградовані, крім випадків, якщо буде підтверджено, що збір сировини є необхідним для збереження статусу луків.

Крім того, біопаливо та біопаливні рідини не виробляються із сировини, яка походить із земель з високими вуглецевими запасами, а саме земель, які на січень 2008 р. мали один із вказаних нижче статусів але вже не перебувають у цьому статусі:

(a) заболочені території, тобто землі, покриті або насичені водою постійно чи протягом значної частини року;

(b) суцільні лісові зони, а саме землі, що поширюються більш, ніж на 1 гектар, з деревами вистою більше п'яти метрів та покривом більше 30% або з деревами, які можуть досягати вказаних меж *in situ*.

(c) землі, що поширюються більше, ніж на 1 гектар, з деревами висотою більше п'яти метрів та покривом від 10% до 30% або з деревами, які можуть досягати вказаних меж *in situ*, крім випадків, якщо будуть надані докази того, що вуглецеві запаси до та після перетворення/конверсії є такими, що у разі застосування методологічного підходу, виконуватимуться умови, встановлені Директивою. Дані положення не застосовуються, якщо на момент отримання сировини землі мали такий же статус, як і на січень 2009р. Третій критерій стабільності охоплює поняття належної практики господарювання, при вирощуванні біомаси має забезпечуватись дотримання вимог щодо сталого ведення сільського господарства. Вони розроблені і рамках Спільної аграрної політики і стосуються тільки виробників сировини в ЄС.

Четвертий критерій стабільності стосується соціальної сталості при вирощуванні та виробництві біопалив. Тобто, політика у цій галузі не повинна негативно впливати на продовольчу безпеку, торкається можливого негативного впливу на умови праці, має

захищати права на землю та торкатись інших широких питань розвитку в ЄС та третіх країнах. У зв'язку з цим, країни-постачальники сировини чи біопалива в ЄС мають ратифікувати та впровадити конвенції Міжнародної організації праці, також Картагенський протокол про біобезпеку і Конвенцію про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення.

Директива визначає вимоги сталості, по-перше, для біопалив, що використовуються у транспорті, по-друге, біорідин для інших секторів економіки. Крім того, продовжується робота над розробкою вимог сталості для інших видів біомаси та запровадження відповідних схем на національному рівні. Таким чином в ЄС сподіваються зменшити ризик розробки різних вимог, які б могли суперечити одна одній, і призвели б до виникнення перешкод для торгівлі, що може обмежувати зростання виробництва і споживання біоенергії.

Стаття 18 Директиви 2009/28/ЄС зобов'язує країни-члени впровадити заходи для того, щоб гарантувати, що суб'єкти економічної діяльності подають достовірну інформацію про дотримання критеріям сталості при виробництві біологічних джерел енергії. Це означає, що розробка та впровадження схем сертифікації відноситься до повноважень національних урядів. Втім, Комісія визначає перелік необхідної і достатньої інформації для того, щоб уникнути надмірне адміністративне навантаження для суб'єктів економічної діяльності, у числі для дрібних фермерів, організацій виробників та кооперативів.

Процес сертифікації розробляється з метою підтвердження відповідності критеріям стабільності.

Існує три шляхи продемонструвати відповідність критеріям:

- 1) визнання національних добровільних схем, які охоплюють один чи декілька вимог сталості на рівні ЄС;
- 2) дво- та багатосторонні угоди з третіми країнами;
- 3) національні схеми підтвердження.

Комісія ухвалює рішення, що національні схеми чи міжнародні стандарти виробництва біомаси містять достатньо інформації для підтвердження відповідності вимогам сталості при умові, коли такі схеми відповідають стандартам достовірності, прозорості та незалежного аудиту.

При укладанні двосторонніх та багатосторонніх угод із третіми країнами, Комісія може прийняти рішення про те, щоб цими угодами підтверджувався той факт, що біопаливо та біопаливні рідини, отримані із сировини, вирощеної у цих країнах, відповідають таким критеріям стабільності. При укладанні вказаних угод має приділятися належна увага заходам, ухваленим для збереження зон, які слугують основою екосистеми в критичних ситуаціях, для захисту ґрунту, води та повітря, стосовно непрямих змін використання ґрунту, для відновлення пошкоджених земель, уникнення надмірного споживання води у зонах із нестачею води (ст. 18 (4) Директиви 2009/28/ЄС).

Важливо підкреслити, що Комісія може приймати рішення про те, щоб зони, включені до національної чи регіональної програми відновлення суттєво пошкоджених або сильно забруднених земель, відповідали критеріям, зазначеним у п.9 частини С додатку V Директиви 2009/28/ЄС, тобто «значною мірою забруднені землі» означають землі, що є непридатними для виробництва продуктів харчування або кормів для тварин у зв'язку із забрудненням ґрунту.

Сертифікація базується на методі балансу маси, зміст якої полягає у наступному:

- дозволяє змішувати частину сировини або біопалива з різними ознаками стабільності;
- вимагає інформацію щодо ознак стабільності та щодо об'єму часток сировини або біопалива, щоб вони залишалися приєднаними до суміші;
- передбачає, що сукупність усіх частин, видалених із суміші, матиме такі самі ознаки стабільності та кількість, як і сукупність усіх частин, доданих до суміші.

Зважаючи на складність визначення понять «суміш» та «партія» (стосовно масштабу) та високої частоти змішування на кожній стадії ланцюга постачання (ризик надмірного навантаження), Комісія прагне розробити інші методи підтвердження, за яких «інформація про характеристики сталості не повинна бути закріплена за окремими партіями чи сумішами» .

Німеччина перша запровадила системи сертифікації для відповідності критеріям сталості виробництва біологічних джерел енергії. У 2009 р. дві постанови про біопаливо для електроенергії та біопаливо для транспорту відобразили положення Директиви 2009/28/ЄС в національному законодавстві.

Дані постанови визначили критерії сталості згідно з критеріями Директиви та передбачили обов'язкову сертифікацію біомаси вітчизняного та іноземного походження як метод підтвердження відповідності.

Сертифікати видаються акредитованими органами сертифікації. На останній точці, тобто на останньому етапі виробництва видається документ підтвердження сталості біопалива для використання в транспорті. Цей документ згодом використовується для отримання державних субсидій. Сертифікати видаються органами сертифікації, акредитованими уповноваженими органами влади. Термін дії сертифіката – 12 місяців

Проаналізуємо учасників ланцюжку виробництва біопального, що підлягають сертифікації:

- сільське господарство
- сертифікація не обов'язкова (в разі необхідності);
- екологічна стабільність підтверджується декларацією на першому пункті накопичення товару;
  - 5% всіх сільськогосподарських підприємств проведуть аудит;
  - затрати на аудит включені в сертифікацію і процес аудиту першого накопичення;
    - перший пункт накопичення
    - повинен бути сертифікованим;
    - початковим пунктом накопичення є перша компанія – покупець, що взяла товар на баланс;
      - 5% всіх складів повинні бути сертифікованими;
      - склади
      - сертифікація не обов'язкова (по необхідності);
      - можлива одночасна сертифікація декількох елеваторів у випадку якщо декілька покупців використовують для зберігання один і той же склад;
        - переробне підприємство
        - переробні підприємства такі як заводи з виробництва олії і біопалив, а також їх постачальники повинні пройти сертифікацію.

Отримати сертифікат можна у чотири кроки:

- 1) здійснити реєстрацію онлайн на вебсайті ISCC;
- 2) підготуватись до проведення аудиту;

- 3) аудит;
- 4) отримання сертифікату.

За даними Х. Штрубенхоффа німецькі виробники біопального платять 10 євро за 1 т насіння ріпаку за сертифікацію. В той же час оцінки для типового підприємства, яке володіє 200 га землі та вирощує ріпак, витрати на сертифікацію становлять в межах 40-50 євро/т.

По мірі впровадження систем сертифікації країнами-членами ЄС потрібно буде погодити визнання відповідних документів на всій території ЄС. Це означає, що несертифіковані виробники біопалива та сировини в найближчому часі втратять можливість реалізовувати свою продукцію на ринки ЄС, проте можна продавати несертифіковані партії для продовольства. В той же час така ситуація вимагає своєчасного реагування з боку третіх країн, які бажають експортувати свою продукцію до ЄС у майбутньому.

Підтвердження відповідності критеріям сталості повинно здійснюватися шляхом спеціальної сертифікації. Директива 2009/28/ЄС зобов'язує впровадити з боку держав заходи для гарантування подання суб'єктами економічної діяльності достовірної інформації про дотримання критеріїв сталості при виробництві біологічних джерел енергії, тому розробка та впровадження схем сертифікації відноситься до повноважень національних урядів.

Компанія ТОВ «Альфред С. Топфер Інтернешенл (Україна)» (АСТІ (Україні)) є першою українською компанією, яка пройшла сертифікацію «стійкого розвитку біомаси» у відповідності до вимог ЄС по Системі міжнародної сертифікації сталості та карбону (ISCC).

Компанія АСТІ (Україна) сертифікована за трьома напрямками:

- 1) АСТІ (Україна) і АСТІ Гамбург заснували електронну систему «балансу об'ємів»;
- 2) система управління організована із урахуванням аналізу ризику, чітким розподілом обов'язків і визначеними процедурами;
- 3) підтвердження «декларації» від сільськогосподарських підприємств: АСТІ (Україна) готує ці документи для наступних перевірок.

АСТІ (Україна) бере на себе зобов'язання виступати партнером сільськогосподарських виробників:

- надання інформації по системі ISCC;

- підтвердження «декларації»;
- допомога при виконанні всіх вимог ISCC;
- бере на себе всі затрати по сертифікації і аудиту.

Нові вимоги сертифікації сировини для виробництва біологічних видів пального в Європі є вагомим чинником для вирішення питання ефективного господарювання у сільському господарстві.

Критерії сталого виробництва біомаси, визначені Директивою та ті, що очікуються в національному законодавстві країн-членів у 2010 р., базуються на визначенні статусу земель (рілля, луки, природоохоронна територія, водно-болотяні угіддя, лісисті території) для обмеження використання певного виду земель та ведення належної практики господарювання при вирощуванні біомаси. До того ж треба відмітити, що відповідно до ст. 18(4) ЄС може включити до норм обов'язкового виконання вимог щодо охорони води, ґрунту та повітря.

Законодавчими актами, що регулюють господарську діяльність підприємств є Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 р., Закон України «Про охорону земель» від 19 червня 2003 р., Закон України «Про охорону природного навколишнього середовища» від 25 червня 1995 р., Закон України «Про пестициди та агрохімікати» від 2 березня 1995 року. Закон про земельний кадастр, який би визначав статус кожної земельної ділянки, ще не прийнято.

Україна ратифікувала усі конвенції Міжнародної організації праці, які зазначені в Директиві та вимагатимуться ЄС, а також приєдналась до Карфагенського протоколу про біобезпеку і Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що знаходяться під загрозою зникнення.

Полегшення впровадження системи сертифікації в Україні вимагає укладання з ЄС, або окремими країнами-членами двосторонньої угоди, які містили б положення про критерії стабільності (ст. 18 (4) Директиви 2009/28/ЄС). Це в свою чергу зменшить навантаження на суб'єкти господарювання з подання необхідної підтверджуючої інформації сталого виробництва біомаси. Визнання ЄС норм господарювання в Україні закріпить контролюючу функцію щодо критеріїв сталості за місцевими органами влади.

На нашу думку, Україні потрібно перейняти досвід ЄС щодо вимог господарювання та прийняти додаткові законодавчі зміни для сталого розвитку сільського господарства. При цьому питання

експорту сировини чи готового продукту – біологічних видів пального, варто вирішувати для обґрунтування кращої стратегії використання аграрного потенціалу. З іншого боку проблеми власної енергетичної безпеки залишаються відкритими, тому необхідно створити сприятливі умови розвитку біологічних видів пального всередині країни при одночасній відповідності економічній, соціальній та екологічній доцільності його виробництва та споживання.

Таким чином, аналіз основних положень та статей даної Директиви показав, що політика ЄС у відношенні поширення використання біологічних видів пального ґрунтується на стабільному його розвитку, який включає такі основні чинники: безпечне постачання сировинних ресурсів як усередині країн Європейського Союзу, так і країн третього світу; зменшення викидів парникових газів, вимірюваному за методологією, що включає врахування зміни використання земель; соціальну стабільність; розвиток сільських територій.

На нашу думку, цією Директивою ЄС забезпечить як довгострокову стратегію розвитку відновлюваних джерел енергії, а для біологічних видів пального сприятиме прогнозованості дій урядів країн-членів ЄС, що має вагоме значення у прийнятті рішень подальшого інвестування галузі.

Важливо підкреслити, що Комісія може приймати рішення про те, щоб зони, включені до національної чи регіональної програми відновлення суттєво пошкоджених або сильно забруднених земель, відповідали критеріям, згідно яких вказані земельні угіддя відносяться до непридатних для виробництва продуктів харчування або кормів для тварин у зв'язку із забрудненням ґрунту.

Вивчення нормативних документів дозволяє зробити висновок, що сертифікація охоплює усі ланки ланцюга постачання сировини для виробництва біопалива.

Цікавим є досвід Німеччини, яка перша запровадила систему сертифікації для відповідності критеріям сталості виробництва біологічних джерел енергії.

Аналіз процесу сертифікації учасників в розрізі проміжних ланок виробництва біопального засвідчив, що сертифікація на етапі сільськогосподарського виробництва здійснюється в разі необхід-

ності (не обов'язкова), але 5% сільськогосподарських підприємств повинні пройти аудиторську перевірку. Екологічна стабільність підтверджується декларацією на первинному пункті накопичення біосировини (перша компанія – покупець), що взяла сировину на баланс, 5% складів якої повинні бути сертифікованими Переробні підприємства (такі як заводи з виробництва олії і біопалив), а також їх постачальники повинні пройти сертифікацію.

По мірі впровадження систем сертифікації країнами-членами ЄС потрібно буде погодити визнання відповідних документів на всій території ЄС. Це означає, що несертифіковані виробники біопалива та сировини в найближчому часі втратять можливість реалізовувати свою продукцію на ринки ЄС для виробництва біопалива, проте можна продавати несертифіковані партії для продовольства. В той же час така ситуація вимагає своєчасного реагування з боку третіх країн, які бажають експортувати свою продукцію до ЄС у майбутньому.

В 2010/11 МР в Україні було зібрано 1470 тис т насіння ріпаку. Значною складовою загального попиту на насіння ріпаку в Україні є експорт, який складає близько 95 %. До основних трейдерів, що оперують на вітчизняному ринку ріпаку відносять представників наступних міжнародних і вітчизняних компаній: ТОВ «Alfred C. Toepfel International» (Ukraine), Giencore International AG, ВАТ «Нібулон», ТОВ «Кернер – Трейд», WJ Ukraine, Cargill, ЗАТ «Rise», ТОВ «ЗТБ Україна», інші. Вони і здійснюють закупівлю насіння ріпаку у виробників, формують експортні партії насіння.

Враховуючи ситуацію на зовнішньому ринку ріпаку України, освоєння і практичне здійснення сертифікації сировини для переробки на біопаливо згідно Директиви 2009/28/ЄС є надзвичайно актуальним. Найбільш спрощеною щодо подання необхідної підтверджуючої інформації можна вважати процедуру впровадження системи сертифікації в Україні через укладання з ЄС, або окремими країнами-членами двосторонніх угод, які містили б положення про критерії стабільності Директиви 2009/28/ЄС.

Таким чином Україні потрібно перейняти досвід ЄС щодо сертифікації сировини для переробки на біопаливо і прийняти відповідні законодавчі акти для сталого розвитку сільського господарства.

### **3.2. Удосконалення законодавчо-нормативного забезпечення виробництва біопалива в Україні**

Протягом останніх 10 років в Україні було розроблено і прийнято ряд законодавчо-нормативних актів, програм та стратегій, що спрямовувалися на стимулювання розвитку відновлювальних джерел енергії і деяких видів біопалив. Зокрема, «Програма державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії та малої гідро- та теплоенергетики як складової частини національної енергетичної програми України» (Програма НВДЕ 1997 р.), Програма «Етанол» (2000 р.), «Програма розвитку виробництва дизельного біопалива» (2006 р.), Енергетична стратегія України на період до 2030 р., яка включає розділ з нетрадиційних та ВДЕ (2006 р.). Однак більшість програм не були виконані в повному обсязі через недостатньо чітко визначені джерела фінансування та недоліки відповідної законодавчої бази.

Україна підписала Кіотський протокол 15 березня 1999 р. та ратифікувала його 4 лютого 2004 р. У рамках протоколу Україна взяла на себе зобов'язання не перевищувати протягом 2008 – 2012 рр. рівня викидів парникових газів 1990 р. Фактичні обсяги викидів 2009 р. становили лише 40% квоти.

Серед механізмів Кіотського протоколу для України актуальними є два

– міжнародна торгівля викидами та механізм спільного впровадження.

Ці механізми істотно відрізняються. По-перше, у проектах спільного впровадження (ПСВ) беруть участь підприємства (незалежно від форми власності), а в торгівлі квотами – Україна як суб'єкт міжнародних відносин (тобто уряд або уповноважений орган виконавчої влади). По-друге, в рамках ПСВ кошти надходять тільки після підтвердження реально досягнутого скорочення викидів, а торгівля квотами фактично є форвардною угодою.

Існують дві схеми реалізації ПСВ – так звані Трек-1 і Трек-2, основна відмінність яких полягає в процедурі затвердження проекту. У рамках «Треку-1» функції затвердження проекту та перевірки результатів моніторингу скорочення викидів виконуються відповідно до національного законодавства країни, в якій реалізується ПСВ, і покладаються на спеціально уповноважений

державний орган (в Україні це Державне агентство екологічних інвестицій), а в рамках «Треку-2» – відповідно до процедур і вимог, затверджених Наглядним комітетом за спільним впровадженням, що працює в рамках Кіотського протоколу.

У квітні 2006 р. Україна отримала право на реалізацію ПСВ. Для цього, окрім власне ратифікації КП, було необхідно забезпечити функціонування національного реєстру вуглецевих одиниць, здійснити точний підрахунок викидів у 1990 р., створити національну систему оцінки викидів парникових газів, а також щорічно готувати та подавати до секретаріату РКЗК національний кадастр викидів парникових газів.

Станом на кінець липня 2011 р. в Наглядному комітеті за спільним впровадженням від України на різних стадіях реалізації зареєстровано 59 ПСВ, з яких 42 – за «Треком-1» та 17 – за «Треком-2». Ці проекти вже дали можливість зменшити викиди парникових газів майже на 30 млн. тонн, що становить близько 40% світового обсягу в рамках ПСВ.

Порівняно з іншими країнами Східної Європи такий результат є безсумнівним успіхом. Однак він тьмяніє на тлі Китаю (2654 проекти і 368 млн. тонн одиниць) та Індії (1653 проекти і 98 млн. тонн одиниць).

Продаж Україною вуглецевих одиниць у рамках механізму міжнародної торгівлі квотами можливий лише за так званою схемою зелених (або цільових) інвестицій. Вона передбачає, що одержані кошти повинні бути інвестовані в реальні проекти, які дозволять скоротити викиди, або у суміжні сфери (розвиток інфраструктури для екологічних проектів, моніторинг, наукові дослідження у цій галузі тощо).

За цією схемою Україною було укладено кілька угод з Японією та з Іспанією загальним обсягом 47 млн. тонн одиниць викидів. У цій ніші світового ринку квот на Україну припадає понад 13%. Одержані кошти освоєно поки що частково і спрямовано на ремонт і теплову санацію шкіл та лікарень у кількох регіонах України (АР Крим, Луганській, Сумській, Івано-Франківській областях).

20 жовтня 2010 р. в Верховній Раді відбувся розгляд у першому читанні законопроекту України «Про регулювання у сфері енергозбереження». Незважаючи на назву, об'єктом регулювання цього документа є саме викиди парникових газів: проектом

передбачається створення повноцінного національного ринку квот на викиди, подібно до ринку ЄС.

Критики ідеї створення ринку дозволів на викиди, як правило, висувають три аргументи: додаткові витрати на зменшення викидів дорого обійдуться національним виробникам, погіршать їхній фінансовий стан і конкурентоспроможність; Україна володіє надлишком квот, активно намагається його продати, то навіщо в такій ситуації скорочувати власні викиди?; ринок поставить хрест на проектах спільного впровадження. Можемо навести п'ять головних контраргументів. По-перше, як свідчить міжнародна практика, в жодному випадку існування ринку не прослідковувалося негативного або, тим більше, катастрофічного впливу на бізнес. Більше того, ринок стимулює зменшувати викиди та надає фінансові механізми для цього. Зменшення викидів фактично тотожно підвищенню енергоефективності. І європейські, і американські підприємства, які беруть участь у ринках квот на викиди, спромоглися підвищити власну конкурентоспроможність та енергоефективність. Чому ж українські виробники, на їхню думку, досягнуть протилежних результатів? Чи не тому, що вони не прагнуть (та й ніколи не прагнули) реально модернізувати власне виробництво?!

По-друге, українські підприємства, навіть якщо не буде створений національний ринок дозволів на викиди, все ж зіткнуться з додатковими витратами, пов'язаними з високими викидами парникових газів. Нині у міжнародній торгівлі набуває сили новий феномен – вуглецевий протекціонізм. Країни, які тією чи іншою мірою обмежили власні викиди парникових газів (фактично це зробили усі розвинені країни, і в найближчому майбутньому до них приєднаються інші), прагнуть захистити національні ринки від дешевих товарів з країн, які не встановлювали подібних обмежень. Йдеться про реальні антидемпінгові мита, наприклад, на метал, продукцію хімічної промисловості чи інші енергоємні товари. Для прикладу: в ціні європейської продукції закладена вуглецева складова, і, природно, український метал, ціна якого не має такої складової, отримує перевагу. Вже сьогодні однозначно під подібні обмеження потрапляють вітчизняні авіаперевізники, завтра до них можуть долучитися колеги металурги чи хіміки. То може краще витратити ці кошти на модернізацію власного виробництва, ніж дотувати європейські чи американські економіки?

По-третє, Україна володіє надлишком квот, тільки поки діє Кіотський протокол (2008 – 2012 рр). Якщо нового договору так і не буде укладено, то про торгівлю квотами за схемою цільових інвестицій, найімовірніше, можна забути. Цей надлишок елементарно не буде кому продати. Якщо новий договір підпишуть, то невідомо, чи Україні вдасться відстояти право перенести невикористані квоти на майбутні періоди. Категорично проти такого розвитку подій виступають ЄС, США, Японія та інші розвинені країни. Як свідчить практика, відстояти власні інтереси, навіть у простіших питаннях, нашій країні вкрай важко.

З Іншого боку, ми не можемо вічно заспокоювати себе надлишком квот (порівняно з 1990 р.). Економічне зростання обов'язково призведе до зростання викидів. Тож квоту буде вичерпано, це питання тільки часу. І той факт, що сьогодні ми викидаємо менше, ніж у 1990 р., аж ніяк не є предметом гордості чи національним досягненням. Подальше стійке економічне зростання неможливе на існуючих засадах – необхідна тотальна модернізація та підвищення ефективності, зокрема енергетичної. Ринок квот у цьому контексті є радше помічником, ніж обмеженням.

По-четверте, національний ринок ніяк не вплине на ПСВ. Нам необхідно остерігатися припинення дії Кіотського протоколу, що послабить іноземний попит на проекти спільного впровадження, а не боятися створення нового ринку, який, навпаки, такий попит генеруватиме.

По-п'яте, не можна забувати, що ринок дозволів на викиди має на меті сприяти вирішенню глобальної проблеми зміни клімату. Скорочення викидів підвищить якість екологічного стану в Україні. Модернізація виробництва додатково дозволить, крім парникових газів, зменшити викиди класичних забруднювачів (важких металів, оксидів азоту та сірки тощо).

На даний час головним регуляторним документом щодо енергетичної політики в Україні є Енергетична Стратегія України до 2030 р., яка підготовлена Міністерством палива та енергетики України разом з Інститутом загальної енергетики Національної академії наук України [1]. Вона була розроблена з урахуванням тенденцій геополітичного, макроекономічного, соціального і науково-технічного розвитку країни.

На паливно-енергетичний комплекс України відповідно до стратегії покладається забезпечення потреб держави, національної економіки, соціальної сфери та населення країни основними видами енергоресурсів (електричною та тепловою енергією, моторними і котельно-пічними видами палива), і сировинними ресурсами для потреб хімії, нафто- та вуглехімії, металургійної промисловості (коксівним вугіллям, продуктами нафто- та газопереробки).

Вирішальне значення до 2030 р. відведено досягненню енергетичної безпеки та зниженню залежності України від імпорту енергоресурсів, для чого цілями Енергетичної стратегії визначено [1]:

- створення умов для постійного та якісного задоволення попиту на енергетичні продукти;
- визначення шляхів і створення умов для безпечного, надійного та сталого функціонування енергетики та її максимально ефективного розвитку;
  - забезпечення енергетичної безпеки держави;
  - зменшення техногенного навантаження на довкілля та забезпечення цивільного захисту у сфері техногенної безпеки ПЕК;
  - зниження питомих витрат у виробництві та використанні енергопродуктів за рахунок раціонального їх споживання, впровадження енергозберігаючих технологій та обладнання, раціоналізації структури суспільного виробництва і зниження питомої ваги енергоємних технологій;
  - інтеграція Об'єднаної енергосистеми України до європейської енергосистеми з послідовним збільшенням експорту електроенергії, зміцнення позицій України як транзитної держави нафти і газу.

За прогнозами експертів Світової енергетичної агенції у світі до 2030 р. у загальному використанні ПЕР очікуються значні кількісні та структурні зміни (табл. 3.3).

Загальносвітове збільшення споживання енергоресурсів на 36,9% по оптимістичному сценарію пов'язане із зростанням кількості населення та ВВП країн. За нашим прогнозом, який ґрунтується на розрахунках Міністерства сільського господарства США щодо 1,1% середньорічного приросту чисельності до 2020 р., чисельність населення світу в 2030 р. може зрости на 27,2% та скласти 8,52 млрд. осіб.

**Прогноз загального споживання первинних  
енергетичних ресурсів у світі на 2030 р.  
та структурні зрушення проти 2008 р.**

Ресурси	2030 р.(прогноз)			2030 р. до 2008 р.	
	млн. т.н.е.	млн. т.у.п.	струк- тура, %	натур. показ ників, %	зміни у структурі , пункти
Нафта	3655,6	7149,9	29,8	122,9	-3,4
Вугілля/торф	3569,7	5101,2	29,1	107,8	+2,1
Газ	2600,6	3716,4	21,2	100,5	+0,1
Ядерна енергія	699,2	999,2	5,7	98,3	-0,1
Гідроенергія	294,4	420,7	2,4	109,1	+0,2
Горючі поновлювані джерела енергії (тверда, рідка, газова біомаса) та відходи разом з іншими (геотермальні, сонячні, вітру, тепла, ін.)	1447,5	2068,5	11,8	110,3	+1,1
Всього	16790	23993	100	136,9	-
Населення світу, млрд. осіб	8,52			127,2	-
Рівень забезпечення ПЕР на одну особу, т	1,97	2,82	-	106,8	-

*Джерело: розраховано за даними Key World Energy Statistics 2010.  
Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.iea.org>*

При продовженні тенденції економії енергоресурсів зростання рівня забезпечення ПЕР на 6,8% до 1,97 т.н.е. або 2,82 т.у.п на одну особу виглядає логічним поряд із значними темпами приросту населення.

Головним ресурсом буде залишатися нафта, споживання якої зросте до 3,7 млрд. т.н.е. або на 22,9%. Але світові експерти наполягають на зростанні значимості вугілля у енергетичній структурі 2030 р., споживання якого зросте на 7,8%, а у структурі – на 2,1 пункти, що ґрунтується на наявності більш значних світових запасів даного ресурсу. Із збереженням поточних темпів, ми можемо

очікувати домінування вугілля в енергетиці світу до 2050 р. Повернення до вугільного століття стало можливим після збільшення кпд сучасних енергоустановок, які на ньому працюють. Перспектива нарощування обсягів використання вугілля особливо актуальна для України через наявність достатньо великих його запасів.

Горючі поновлювані джерела енергії, в тому числі альтернативні, на думку експертів будуть займати не так багато у структурі – лише 11,8% (+1,1% в порівнянні з 2008 р.), хоч обсяги зростуть на 10,3% до 2,1 млрд. т.у.п.

Стабільним попитом буде користуватися природний газ. На нашу думку, скорочення його споживання пов'язане з планами ЄС позбавитись залежності енергетичного сектору від газу Росії, Туркменістану та відповідно від політично-економічного впливу даних країн. При цьому Канада та США будуть нарощувати його споживання за рахунок власних ресурсів.

Безперечно, загальні світові тенденції вплинуть на розвиток енергетичної системи нашої країни. Проте нам слід орієнтуватися насамперед на плани розвитку головних світових споживачів енергії, які спрямовують діяльність щодо мінімізації використання ПЕР при виробництві ВВП та диверсифікації самих джерел енергії, а не на головних виробників енергії, які володіють багатьма традиційними енергоресурсами світу.

За прогнозом Міністерства палива та енергетики України до 2030 р. потреба України в енергії всіх видів повинна бути оптимізована до 0,41 кг у.п./дол.США практично до середньосвітового рівня 2008 р., або в 8,5 рази менше. Про можливість цього свідчить значно менший рівень енергоємності в Росії, а також Польщі, Латвії.

Прогнозування розвитку української економіки проводилось в умовах значної невизначеності основних макроекономічних чинників. Тому, розглядаються три сценарії відповідно до умов розвитку економіки України: оптимістичний, базовий та песимістичний (рис. 3.1) з урахуванням споживання первинних енергоресурсів (рис. 3.1, табл. 3.4).

При цьому, такий розвиток подій можливий при технологічному та структурному переоснащенні ПЕР. За таких умов до 2030 р. в Україні споживання електроенергії збільшиться в 2,2 рази, а експортні можливості зростуть до 25 млрд. кВт.г. При цьому з даного обсягу 43% буде споживати промисловість та 2,6% сільське господарство.

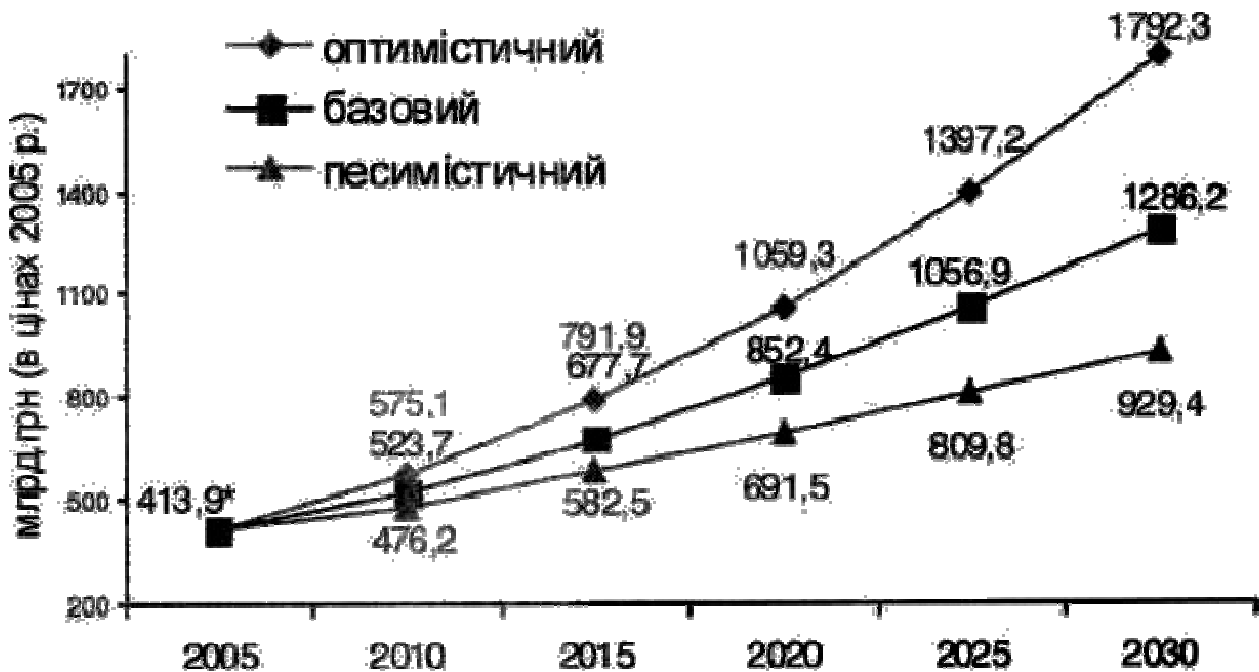


Рис. 3.1 – Прогноз ВВП в Україні, млрд. грн. (ціни 2005 р.)

Джерело: Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://tre.kmi.gov.ua>

Для цього, згідно з базовим сценарієм, до 2030 р. необхідно буде збільшити потужності генеруючих електростанцій на 71% (до 88,5 млн.кВт.), а АЕС – в 2,1 рази (до 29,5 млн.кВт), ТЕС та ТЕЦ – в 1,4 рази (до 42,2 млн.кВт), ГЕС та ГАЕС – в 2,2 рази (до 10,5 млн.кВт), Блок-станцій та інших джерел в 2 рази.

В даному випадку структура енергогенеруючих потужностей в 2030 р. складе: ТЕС та ТЕЦ – 47,6%, АЕС – 33,3%, ТЕС та ГАЕС – 11,9%, Блок-станцій та інші джерела – 7,1%. Проте структура виробництва електроенергії буде виглядати як: АЕС – 52,1%, ТЕС та ТЕЦ – 39,8%, ГАЕС та ГЕС -4,4% та Блок-станціями та іншими джерелами – 3,7%. При цьому планується знизити в 2-2,5 рази технологічні витрати при транспортуванні електричної енергії, які складають 15% (це в 1,6 рази вище рівня 1990 р.).

Обсяги виробництва електроенергії атомними електростанціями передбачається збільшувати, як за рахунок введення в експлуатацію нових енергоблоків АЕС, так і за рахунок реконструкції діючих енергоблоків з продовження терміну експлуатації на 15 років.

До 2030 р. основою електроенергетичної системи України залишатимуться теплові електростанції. Особливістю їх є те, що обладнання на більшості з них застаріле, не відповідає сучасним екологічним вимогам і нормативам, потребує реконструкції і модернізації.

Тому, прогнозується до 2030 р. провести реабілітацію 13,1 тис. МВт та консервацію 7,1 тис. МВт потужностей ТЕС. При цьому планується ввести в експлуатацію нових 4 тис. МВт. Це дозволить підвищити коефіцієнт використання робочої потужності ТЕС до 55,4%, зменшення питомих витрат палива на виробництво електроенергії до середньоєвропейського рівня. Капіталовкладення на розвиток теплової генерації до 2030 р. необхідні в розмірі 183,4 млрд. грн.

До 2030 р. абсолютні витрати органічного палива на ТЕС, ТЕЦ і блок- станціях (з урахуванням локальних джерел) зростають у 1,9 рази (до 69,8 млн. т.у.п.). При цьому обсяг використання вугілля на виробництво електричної і теплової енергії збільшиться з 51,8 до 85,1%) та відповідно з 47,4 до 14,5%) зменшиться рівень використання газу, та 0,4% буде припадати на мазут. Такі паливні баланси сприятимуть розвитку потужних вітчизняних запасів вугілля, що забезпечить підвищення ефективності цієї галузі та позитивно вплине на енергетичну безпеку держави.

Виробництво електроенергії електростанціями, що використовують нетрадиційні та відновлювані джерела енергії (без врахування виробництва електроенергії на малих ГЕС та на біопаливі) у 2030 р. прогнозується збільшити до 2,1 млрд.кВт.г, або до 0,5 % у структурі.

Споживання вугільної продукції до 2030 р. збільшиться майже в 2,2 рази – до 130,3 млн. тонн. Але при цьому в прогнозі залишається імпорт вугілля в межах 11,3 млн. т.у.п. Попит у вугільній продукції планується задовольнити за рахунок збільшення власного видобутку без суттєвого збільшення обсягів її імпорту.

Балансові запаси вугілля на діючих шахтах складають 8,7 млрд. тонн, з яких 6,5 млрд. тонн промислових, у тому числі майже 3,5 млрд. тонн, або 54%) енергетичного.

При зростанні кількості споживання вугілля тепловою електроенергетикою у 2030 р., потреба національної економіки у вугільній продукції буде забезпечена в енергетичному вугіллі на 97,1%, а в коксівному вугіллі досягне рівня 72,6%.

Прогнозні запаси вугілля в Україні становлять 117,5 млрд. тонн, у тому числі 56,7 млрд. тонн – розвідані запаси, з них енергетичних марок – 39,3 млрд. тонн.

Для забезпечення суттєвого підвищення вуглевидобутку можуть бути задіяні 67 резервних ділянок із запасами 13,1 млрд. тонн та можливою потужністю з видобутку 124,9 млн. тонн вугілля на рік.

При прогнозуванні обсягів споживання вугілля експертами враховувались:

- можливості суттєвого підвищення якості вугілля (зольність відвантаженого вугілля скоротиться з 25,2 до 20,7 %);

- використання нових, більш екологічно чистих технологій його спалювання; наявність у споживачів ефективного вуглевикористовуючого обладнання;

  - показники екологічних витрат при споживанні вугілля;

- заміщення вугіллям інших, більш дефіцитних видів енергоресурсів тощо,

В даний час вугільна галузь України має значні проблеми, вирішення яких тільки може гарантувати досягнення прогнозних показників, що визначається у державній Енергетичній стратегії:

- повністю морально та фізично зношений шахтний фонд, що визначає його низьку інвестиційну привабливість для здійснення інноваційної моделі модернізації та розвитку вугільної промисловості з боку інвесторів;

- низька конкурентоспроможність вітчизняного вугілля через його високу собівартість та низьку якість, що потребує переходу обліку вугільної продукції у товарному вимірюванні, як це прийнято у світовій практиці;

- невирішеність питань адаптації механізму ціноутворення на вугільну продукцію до умов ринкових відносин призвело до хронічної нестачі коштів для поточного функціонування та для розвитку галузі;

- відсутність ринкових механізмів та стимулів для підвищення ефективності вугільних підприємств;

  - правова неврегульованість відносин власності у галузі;

- низький рівень державного менеджменту у вугільній промисловості, що знижує ефективність та робить перепони для взаємовигідної інтеграції бізнесу для розвитку галузі та приводить до проведення чисельних необґрунтованих реорганізацій;

- невирішеність питань екологічної безпеки в процесі ліквідації вугільних шахт;
- значний диспаритет цін на гірничо шахтне обладнання та вугільну продукцію у зв'язку з монополізацією національного ринку обладнання;
- не престижність шахтарської праці (незначний рівень оплати праці порівняно з іншими сферами економіки, соціальне необлаштованість). Споживання природного газу до 2030 р. за прогнозом зменшиться майже на 36% – до 49,5 млрд. м<sup>3</sup> або до 56,9 млн.т.у.п. З даного об'єму в першу чергу буде використано 5,9 млрд. м (11,9 %) для вимог транспортування газу в межах країни, 13,0 млрд. м<sup>3</sup> (26,3 %) буде споживати населення, 5,5 млрд. м або 11,1% – для переведення автотранспорту з рідкого палива на газ, на потреби агропромислового комплексу піде 0,2 млрд. м<sup>3</sup> (0,4%), а решта 50,3% газу – для промисловості країни.

Очікується що в 2030 р. тільки 9,4 млрд. м<sup>3</sup> або 19% від споживання буде задовольнятися за рахунок імпортного газу, об'єм якого планують скоротити в 6 разів.

Решта природного газу – власного виробництва, кількість якого зросте в 2 рази до 40,1 млрд. м<sup>3</sup>.

Споживання нафти для внутрішніх потреб в 2030 р. за енергетичною стратегією України збільшиться на третину – до 23,8 млн. тонн або до 34 млн.т.у.п. Також планується споживання нафти з метою переробки для експорту.

Початкові видобувні запаси нафти родовищ України становлять 421,9 млн.тонн, газового конденсату – 138,6 млн.тонн. Це незначний об'єм ресурсу, якого вистачить лише на четверть століття. Умови видобутку з родовищ, що на даний час вже введено в розробку, постійно ускладнюються через низку чинників. Переважна частина родовищ нафти мають початкові видобувні запаси менше 1 млн.тонн і лише 6 родовищ (Бугруватівське, Глинсько-Розбишівське, Бориславське, Гнідинцівське, Долинське, Лесяківське) мали початкові запаси понад 20 млн.тонн. Саме ці 6 родовищ забезпечують близько 22% від загального видобутку нафти і сьогодні.

Проблема видобутку національної нафти пов'язано з тим, що більше 70% ресурсів, майже всі запаси родовищ Прикарпаття, знаходиться за критеріями рівня виснаження запасів, обводнення

продукції та в'язкості. Колекторські характеристики нафти в Україні належать до категорії важковидобувних (низькопроникних колекторів).

Запаси нафти сконцентровані з високою літологічною неоднорідністю як за площею, так і за товщиною продуктивних розрізів. Дві третини таких запасів зосереджено в покладах, що залягають на глибинах понад 2500 м, а це потребує застосування спеціальних, наукоємних і високовитратних технологій та обладнання.

Щодо виробництва бензину та дизельного палива, а також інших видів нафтопереробної продукції, то вітчизняні виробничі потужності по їх виробництву в повній мірі не задіяні. Виробництво нафтопродуктів в Україні здійснюється на шести нафтопереробних підприємствах, загальна технологічна потужність яких становить понад 51 млн. тонн нафти на рік. Даної потужності цілком вистачило б для задоволення внутрішнього попиту на нафтопродукти та виконання експортних контрактів. Проте український попит планується задовольнити переважно за рахунок збільшення імпорتنих поставок нафти. На нашу думку, це обумовлено некоректною державною політикою по регулюванню ринку нафтопродуктів.

Розвиток традиційних ресурсів енергетики в Україні має ряд труднощів, незважаючи на наявність необхідних власних запасів. Відповідно до цього розвиток галузі може не досягнути прогнозних показників 2030 р.

Таким чином, до сильних сторін Енергетичної Стратегії України до 2030 р. слід віднести поставлену мету зменшити залежність України від споживання природного газу та підвищити енергоефективність, до слабких – посилений акцент на розвиток атомної енергетики та підвищення споживання вугілля на електростанціях. Стосовно біоенергетики, стратегія передбачає динамічне зростання обсягів використання енергії біомаси – 9,2 млн тонн у.п. до 2030 (50 % від усіх ВДЕ), що орієнтовно у 9 разів вище за існуючий рівень утилізації біомаси для виробництва енергії. Проте беручи до уваги очікуваний вклад біомаси у загальне споживання первинних енергоресурсів в Україні (3 % у 2030 р.), частку виробництва біоенергії, вже досягнуту в деяких Європейських країнах (Фінляндія – 23 %, Швеція – 19%, Австрія – 12%, Данія – 12 %) та обов'язкові цілі, зазначені у Дорожній Kartі по ВДЕ Євросоюзу

(2007 р.) (20 % використання ВДЕ у 2020 р.), цілі, встановлені в офіційній стратегії, видаються заниженими. Звідси, деякі відповідальні міністерства та інші організації не вважають біоенергетику за пріоритет серед відновлюваних джерел енергії і, тим більш, за пріоритет для розвитку енергетичного сектору. Цілі стосовно внеску біоенергетики в енергетичний баланс країни мають бути конкретними, обґрунтованими та прив'язаними до певних часових проміжків. Для цього у «Плані дій по біомасі», підготовленому в рамках Нідерландсько-Українського G2G (Уряд до Уряду) проекту разом із НТЦ «Біомаса» рекомендується в Україні прийняти політичну декларацію (бажано з ухваленням Верховною Радою), яка б встановлювала чітку ціль по виробництву енергії з біомаси. Видається реалістичним наступний внесок біомаси в загальне споживання первинних енергоресурсів до 2030 р.: на 2015 р. – 5 млн тонн у.п., 2020 р. – 10 млн тонн у.п., 2025 р. – 15 млн тонн у.п., 2030 р. – 20 млн тонн у.п., або 10% від загального споживання первинних енергоресурсів.

Ще одним слабким місцем стратегії є її низькій офіційний статус. Енергетична Стратегія до 2030 р. була затверджена Кабінетом Міністрів України (Директива № 145-2006-р. від 15 березня 2006 р.), але не ухвалювачася Верховною Радою. Це означає, що стратегія не є законом, якого необхідно обов'язково дотримуватися. Отже, немає гарантії, що цілі щодо біоенергетики, встановлені в стратегії, будуть дійсно досягнуті.

Отже, щорічне збільшення попиту на енергоресурси у світі та Україні (окрім періоду світової кризи) при їх поточному лімітованому об'ємі та складності добування традиційних ресурсів призводить до зросту цін на ринку, що в свою чергу обумовлює високі витрати при виробництві всіх товарів, надання послуг та проведення робіт. Поряд з важливим екологічним питанням це зумовило пошук альтернативних джерел енергії, що дозволить в цілому знизити вартість умовної одиниці палива. Ці проблеми будуть розглядатися нами в наступних розділах.

У 2000 р. в Україні було прийнято Закон «Про альтернативні види рідких і газоподібних палив» (№1391-XIV від 04.01.2000 р.), розроблений Державним комітетом України по енергозбереженню з метою створення законодавчих основ розвитку альтернативної енергетики.

Законом були визначені основні правові, соціальні, економічні, екологічні та організаційні принципи державної політики в сфері видобування (виробництві) та використання альтернативних видів рідкого палива та біогенераторного газу шляхом залучення нетрадиційних джерел і видів енергетичної сировини. Однак конкретні фінансові механізми підтримки розроблені не були, лише зазначено, що фінансування здійснюється за рахунок засобів підприємств, установ, організацій, незалежно від форм власності, засобу державного і місцевого бюджетів, інших не заборонених законом джерел.

Першим державним актом, покликаним урегулювати виробництво і застосування паливного етанолу став Указ президента України від 22 червня 1999р. «Про організацію виробництва бензинів моторних сумішевих». У 1999 р. Кабінетом Міністрів України було прийнято програму «Етанол», якою передбачено організацію виробництва ВКД на спиртових заводах (Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження програми «Етанол» № 1044 від 04 липня 2000 р). Основними напрямками програми визначено виробництво високооктанової кисневмісної добавки до бензинів, етилтретбутилового ефіру, етилену, ацетону, синтетичного каучуку, «біодизеля». Програма передбачала створення сприятливих умов для виробництва біологічних джерел сировини та енергії, а також організацію нових для України і переорієнтацію існуючих виробництв на використання продуктів переробки оновлювальної сільськогосподарської сировини – етилового спирту та його похідних. Основними завданнями Програми передбачалися: зменшення залежності держави від імпорту енергоносіїв та сировини для хімічної промисловості; забезпечення стабільного ринку збуту продукції аграрного сектору; організація виробництва екологічно чистих сумішевих бензинів; збільшення експортного потенціалу України.

На виконання передбачених Програмою «Етанол» заходів у період 2000-2006 рр. організовано виробництво біоетанолу на державних спиртових заводах концерну «Укрспирт» та розроблено відповідні технічні умови та галузевий стандарт України на бензини моторні сумішеві з вмістом біоетанолу. Спиртовими заводами було виготовлено 54 тис. тонн біоетанолу.

Законом України «Про внесення змін до деяких законів України» від 14 липня 2002 р. бензини з ВКД було кваліфіковано як новий окремий вид продукції, для якого встановлено ставку акцизного збору на рівні 50% від чинних на той час ставок для моторних бензинів. Постанова Кабінету Міністрів України від 5 жовтня 2004 р. № 1307 визначила, що належність біоетанолу до альтернативного палива повинна бути підтверджена спеціальним свідоцтвом, яке має бути виданим Національним агентством з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів. Обов'язковою підставою видачі свідоцтва є експертний висновок про наявність ознак альтернативного виду палива – експертиза має бути проведена згідно з порядком визначеним Міністерством, а свідоцтво видається строком на два роки.

За наявності стабільного попиту, потужності з виробництва біопалива можуть бути збільшені до 100 тис. тонн на рік, а в перспективі, з повним використанням встановлених потужностей, до 280 тис. тонн на рік (середньорічне споживання бензинів в Україні становить 3,5-4,5 млн тонн і для виробництва сумішевих бензинів (з 6 % вмістом біоетанолу) у вказаних обсягах необхідно 200-260 тис. тонн біоетанолу).

Для забезпечення стабільного ринку виробництва і використання біоетанолу в Україні з метою економічної зацікавленості нафтопереробних заводів у виготовленні сумішевих бензинів прийнято Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання виробництва бензинів моторних сумішевих», який передбачав встановлення з січня 2007 р. зменшеної (до 42 євро за 1000 кг сумішевих бензинів) ставки акцизного збору. Також на виконання зазначеного Закону Мінпаливенерго пропонував для затвердження Кабінетом Міністрів перелік нафтопереробних підприємств з виробництва бензинів з добавками на основі біоетанолу та підприємств з виготовлення таких добавок. Цей Закон також вносить зміни: в Закон України «Про ставки акцизного збору на спирт етиловий та алкогольні напої», а саме встановлює нульову ставку на біоетанол, який використовується підприємствами для виготовлення бензинів моторних сумішевих з добавками на основі біоетанолу, вміст якого в зазначених бензинах становить від 2 об'ємних відсотків або з вмістом ефіру етил-трет-бутилового від 5 об'ємних відсотків. Біоетанол виробляється державними спиртовими

заводами, а добавки на основі біоетанолу – підприємствами, переліки яких визначаються Кабінетом Міністрів України».

У 2003 р. в Україні було прийнято Закон «Про альтернативні джерела енергії» № 555-IV від 20 лютого 2003 р., проект якого було представлено на розгляд Верховній Раді ще в 2000 р. Цей Закон визначає правові, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії та сприяння розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі. Однак закон не передбачав фінансові стимули і механізми підтримки виробників і споживачів поновлювальної енергії. Усі стимули і механізми, що містив проект цього закону, були виключені, оскільки в 2001 і 2002 рр. Президент України наклав на них вето. Таким чином, процес прийняття Закону «Про альтернативні джерела енергії» тривав майже два з половиною роки: Закон був прийнятий з повним виключенням запропонованих механізмів стимулювання і підтримки виробництва і споживання поновлювальної енергії.

З метою зменшення залежності національної економіки від імпорту нафтопродуктів, забезпечення розвитку агропромислового комплексу, поліпшення екологічної ситуації та з урахуванням Директиви 2003/30/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС від 8 травня 2003 р. щодо сприяння використанню біологічного й іншого видів палива з поновлюваних ресурсів 26 вересня 2003 р. Президент України видав Указ № 1094 «Про заходи щодо розвитку виробництва палива з біологічної сировини». Цим Указом було передбачено: розробити та затвердити до 1 січня 2005 р. програми розвитку виробництва біологічного дизельного палива та біогазу на період до 2009 року; запровадити економічні механізми стимулювання виробництва машин, приладів, енергетичних установок, інших технічних засобів, що працюють на паливі з біологічної сировини, а також використання їх у промисловості, енергетиці, на транспорті; запропонувати заходи із розвитку міжнародного науково-технічного співробітництва у сфері виробництва та використання палива з біологічної сировини; забезпечити гармонізацію національного законодавства у сфері виробництва та використання палива з біологічної сировини із законодавством Європейського Союзу; організувати висвітлення в засобах масової інформації заходів, що вживаються для розвитку виробництва палива з біологічної сировини.

На виконання цього указу Кабінет Міністрів України видав Розпорядження «Про розвиток виробництва біодизеля в 2003 р.» № 597-р від 6 жовтня 2003 р., яким була передбачена розробка проекту Державної програми розвитку виробництва біодизеля на період до 2010 року. Однак реальні кроки в підготовці такої програми були розпочаті тільки в грудні 2005 р., коли Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 576-р була схвалена «Концепція програми розвитку виробництва дизельного біопалива на період до 2010 року».

На виконання Розпорядження Кабінету Міністрів України від 6 жовтня 2002 р. № 597-р Міністерством аграрної політики України було видано наказ «Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у Державному бюджеті України на програму розвитку виробництва біодизеля» (№ 398/620 від 10 листопада 2003 р.). Згідно з Наказом, кошти виділяються виключно на оплату робіт та послуг з розвитку виробництва біодизеля, а саме: розробка проекту Державної програми розвитку виробництва біодизеля на період до 2010 року; відпрацювання і впровадження передових вітчизняних і зарубіжних технологій отримання сировини для виробництва біодизеля, проведення комплексу польових робіт щодо вирощування ріпаку та інших олійних культур, аналіз ґрунтів, страхування посівів від вимерзання або засухи, сертифікація та застосування прилипачів, придбання (у частині поточних видатків) насіння, засобів захисту рослин, мінеральних добрив, інших матеріально-технічних ресурсів, необхідних для випробування та впровадження зазначених технологій; розробка техніко-економічної, науково-дослідної і нормативної документації, технологій, техніки й обладнання для виробництва біодизеля та будівництва біодизельного заводу.

Наказ Міністерства аграрної політики України та Міністерства фінансів України від 30.03.2004 р. № 110/232 «Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у Державному бюджеті України на 2002 рік, на впровадження енергозберігаючих технологій в агропромисловому комплексі». Цей Порядок визначає механізм використання коштів, передбачених у Державному бюджеті України на 2004 рік на впровадження енергозберігаючих технологій в агропромисловому комплексі, шляхом відпрацювання та впровадження у виробництво використання новітніх енергозберігаючих технологій та альтернативних джерел енергії.

5 жовтня 2004 р. була прийнята Постанова Кабінету Міністрів України № 1307 «Про порядок видачі свідоцтва про належність палива до альтернативного». Наступним кроком Кабінету Міністрів України стало видане Розпорядження № 576-р від 28 грудня 2005 р. «Про схвалення Концепції Програми розвитку виробництва дизельного біопалива на період до 2010 року».

Відповідно до цієї Концепції, «Програма розвитку виробництва дизельного біопалива в Україні на період до 2010 р.» розроблялася у зв'язку з необхідністю створення джерел забезпечення сільськогосподарських товаровиробників паливом за стабільними цінами, гарантованого ринку збуту ними рослинної сировини та зменшення імпорту енергоносіїв.

Основними завданнями згаданої програми були сприяння будівництву заводів, які вироблятимуть дизельне біопаливо; створення зон концентрованого вирощування ріпаку з використанням сучасних технологій; забезпечення гарантованого збуту с/г товаровиробниками ріпаку, необхідного для виробництва біопалива; створення системи державних стандартів у сфері виробництва та використання альтернативних видів палива; використання у сфері виробництва та споживання дизельного біопалива економічних важелів і стимулів згідно із законодавством; удосконалення структури земель сільськогосподарського призначення, зокрема: оптимізація площ сільськогосподарських угідь, зайнятих під ріпаком, запровадження ґрунтозахисної системи землеробства, дотримання науково обґрунтованої сівозміни; виконання Україною міжнародних зобов'язань у сфері охорони навколишнього природного середовища та дотримання вимог, передбачених Кіотським протоколом до Рамкової Конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату.

Програмою визначалася стратегія розвитку ріпаківництва: створення регіональних зон концентрованого вирощування озимого і ярого ріпаку площею від 50 до 70 тис. га, забезпечення розвитку технічної бази виробництва дизельного біопалива та переведення технічних засобів з дизельного палива на біопаливо. Передбачалося, що збільшення площі посівів ріпаку до 10% загальної площі ріллі в Україні і переробка 75% отриманого врожаю на біопаливо дозволить розв'язати проблему стабільного постачання енергоресурсів аграрному сектору економіки за рахунок власного екологічно чистого відновлювального джерела.

Програмою передбачалося використання державних коштів на фінансову допомогу на вирощування ріпаку та інших олійних культур (шляхом дотування на гектар посівів). Цей механізм діяв протягом 2006- 2007 рр. Крім того, щороку на селекцію в рослинництві виділяється 10 млн грн. Загальний обсяг витрат на реалізацію програми планувався близько 170 млн євро, джерелами яких було визначено інноваційні засоби, засоби підприємств АПК, а також державна фінансова підтримка, здійснювана на поворотній основі. У травні 2006 р. програма затверджена Постановою Кабінету Міністрів України № 1774 від 22 грудня 2006 р. «Про затвердження Програми розвитку виробництва дизельного біопалива».

Відповідно до затвердженої програми до 2010 р. в Україні планувалося побудувати не менше 20 заводів із виробництва біодизеля потужністю від 5 до 100 тис. тонн, що дало б можливість довести виробництво дизельного біопалива до 623 тис. тонн за рік та зменшити імпорт нафти до 1,88 млн тонн. Реалізувати дану програму планувалося в два етапи: формування сировинної, технічної і технологічної бази для виробництва біодизеля – 2007-2008 рр. та реалізація пріоритетних інноваційних проектів будівництва заводів – 2008-2008 рр. Орієнтовний обсяг фінансування заходів зазначеної Програми – 8,9 млрд грн, у тому числі за рахунок Державного бюджету – 69,7 млн грн. Проте аналіз основних положень і поставлених у програмі завдань дає підставу стверджувати, що її розробка і прийняття проводилися без урахування існуючого світового досвіду. Програма так і не була реалізована і Постановою Кабінету Міністрів України «Про упорядкування виконання державних цільових програм» знаходиться в числі програм, які визнаються такими, що втратили свою чинність [31].

Разом із тим, 18 травня 2006 р. видана Постанова Кабінету Міністрів України № 695 «Про затвердження Порядку надання пільгових кредитів для реалізації інвестиційних проектів впровадження енергозберігаючих технологій та технологій з виробництва альтернативних джерел палива». Цей Порядок визначав механізм надання державними банками суб'єктам господарювання пільгових кредитів за рахунок коштів, що передбачаються в державному бюджеті для реалізації інвестиційних проектів

впровадження енергозберігаючих технологій та технологій з виробництва альтернативних джерел палива. Плата за використання бюджетних коштів для пільгового кредитування встановлюється на рівні 6 % річних, а плата за користування пільговими кредитами – на рівні, що не перевищує 10 % річних. Банк не має права стягувати будь-які комісійні, пов'язані з наданням та обслуговуванням пільгових кредитів.

Важливим кроком у впровадження альтернативних видів палива в Україні стала розроблена й затверджена «Програма розвитку спиртової галузі на 2007-2011 рр.». Основною метою програми є збереження виробничого потенціалу спиртової галузі, створення умов для її ефективної роботи за рахунок перепрофілювання частини надлишкових потужностей на виробництво біоетанолу, біопалив, біогазу та іншої продукції.

У згаданій програмі представлено виробників спирту етилового, біоетанолу, продукції технічного призначення, спирту для технічних потреб, біопалив, біогазу, кормопродуктів, а також підприємства, на яких буде запроваджено комплексну переробку кукурудзи та виробництво газу метану із продуктів бродіння (CO<sub>2</sub>).

Постановою Кабінету Міністрів України від 5 грудня 2007 р. № 1375 визначено 12 підприємств спиртової галузі з виробництва біоетанолу:

1 група – підприємства, які мають можливість виробляти біоетанол: ДП «Барський спиртовий комбінат», ДП «Гайсинський спиртовий завод», ДП «Лохвицький спиртовий комбінат», ДП «Лужанський експериментальний завод» – загальна потужність по цих підприємствах складає 36 тис. тонн;

2 група – підприємства, на яких мають проводитися пусконаладжувальні роботи на змонтованих установках дегідратації спирту етилового на мембранах: ДП «Клоростишівський спиртовий завод», ДП «Івашківський спиртовий завод», ДП «Трилеський спиртовий завод», ДП «Наумівський спиртовий завод», ДП «Хоростківський спиртовий завод» – загальною потужністю 101,4 тис. тонн. На ДП «Жовтневий спиртовий завод» тривають проектні роботи. Після введення установок в експлуатацію загальна балансова потужність з виробництва біоетанолу складе 150 тис. тонн за рік.

3 група: ДП «Лужанський експериментальний завод» та ДП «Тхорівський спиртовий завод» – відсутність ринку біоетанолу змусило провести реконструкцію цих підприємств на виробництво спиртовмісної продукції – концентрат мийний «Арктика-МВ», засіб рідкий для розпалювання вогню, засіб для видалення жирів, що обмилюються, «ФЕТ- Клінкер», розчинники для флексографічного друку.

Підприємства 2-ї групи та ДП «Лохвицький спиртовий комбінат» об'єднує те, що вони визначені головними з виробництва спирту-сирцю.

Через відсутність достатньої кількості меляси частину спиртових заводів, які переробляють крохмалевмісну сировину, планувалося перевести на виробництво спирту-сирцю як сировини для виробництва біоетанолу та біопалив.

У квітні 2009 р. на ДП «Лохвицький спиртовий комбінат» відбувся запуск установки з виробництва компонента моторного палива альтернативного для виробництва біопалива моторного «Біо-100» потужністю 80 т на добу. 7 травня 2009 р. було вперше відкрито подачу спирту-сирцю на першу в Україні станцію зневоднення етанолу методом «Vapor permeation». Це відбулося на ДП «Наумівський спиртовий завод» за допомогою модуля, встановленого Групою компаній «Техінсервіс». Було отримано продукт (абсолютований спирт) з вмістом етанолу більше 99,8 %.

На сьогодні потужність заводу при роботі двох браго-ректифікаційних апаратів складає 3600 дал за добу (переробка 120 тис. тонн меляси). При повній забезпеченості сировиною (34 тис. тонн меляси) завод має можливість виробляти за 10 місяців 1000 тис. дал спирту.

Основна продукція, яку випускає підприємство, у тому числі продукція експорту – це спирт етиловий, етиловий технічний, технічний.

Отже, сировинною для виробництва спирту на цьому заводі є меляса. Виробництво біоетанолу, за спрощеною схемою, з цукровмісної сировини виглядає таким чином: цукровий сироп (меляса, патока і т.п.), який потрапляє на переробку, проходить процес антисептирування (знезаражування) спеціальними сумішами. Далі цукровий розчин змішують з водою до вмісту сухих речовин на рівні 17%. Після расирування та антисептирування, цукровий

розчин спрямовується на ферментацію і проходить стадії переробки в етанол, а саме дистиляції та зневоднення.

Зневоднення етанолу є невід'ємною складовою технологічного процесу виробництва абсолютованого спирту. На ДП «Наумівський спиртовий завод» працює станція дегідрирування спирту. Тобто кінцевий продукт спиртового заводу – спирт-сирець (96,4 %) надходить на станцію нагрівання та випаровування, наступним кроком є спрямування спирту на станцію зневоднення. Процес зневоднення ґрунтується на принципі роботи цеолітових мембран, які мають вигляд керамічних трубок з цеолітовим напиленням. Використання цеолітових мембран дозволяє вести процес зневоднення при більш високих параметрах:  $P = 6,5$  бар. (абс.)  $t = 135^{\circ}\text{C}$ .

Звідси, процес зневоднення відбувається наступним чином: парова фаза (складається з води і етанолу) надходить у міжтрубний простір апарата зневоднення; водяна пара (величина молекул якої менша за пори селективної мембрани) проникає скрізь керамічну трубку з цеолітовим напиленням та втягується вакуумним насосом, а пари етанолу (величина молекул якого більша за пори селективної мембрани) виходить з апарата і потрапляє на конденсатор зневоднення етанолу. Рушійною силою проникнення водяної пари скрізь цеолітову мембрану є різниця тиску між трубним та міжтрубним простором.

Таким чином, зазначений новозбудований модуль на ДП «Наумівський спиртовий завод» дає можливість виробляти біоетанол без суттєвої реконструкції існуючого обладнання, отримувати якісний продукт (абсолютований спирт) з концентрацією етанолу на рівні 99,8 %, мінімізувати вплив людського фактора на загальний процес.

При цьому слід виділити ряд проблем розвитку виробництва біоетанолу. Як зазначалося вище, в Україні не виробляють бензин із вмістом біоетанолу, хоча дослідження постійно ведуться. Компонентом етаноло-бензинової суміші може бути використано безводний і водний етанол з об'ємною часткою води не більше, ніж 4 %. Зневоднення пов'язано із значними витратами енергії. Водний етанол має перевагу внаслідок меншої вартості, однак його використання збільшує незручності, які пов'язані з розшаруванням суміші етанол-вода.

Винятком є паливо моторне «Біо-100» (ТУ У 24.6-33616799-001:2006), яке уперше пройшло Державну реєстрацію технічних умов у лютому 2006 р. ТзОВ «Біоенергетична компанія», яка почала виробляти його на базі Лохвицького спиртзаводу в Полтавській області. А також виробництво на початку 2000 років заводами «Укрспирту» високооктанової кисневої добавки для одержання сумішевих бензинів.

Якщо розглядати приклади виробництва біопалива в Європі, то там подібні проекти організовувалися разом із нафтопереробними заводами, які й були споживачами біоетанолу. Тобто, виробники нафти і спирту виступали союзниками. На жаль, в Україні все навпаки, біоетанол любіюють виробники спирту, а нафтовики категорично проти. Одним із негативних чинників, на якому акцентують увагу НПЗ, є питання нестабільності вуглецево-спиртової суміші. При потраплянні вологи в бензин з етанолом відбувається так званий ефект розшарування.

При цьому слід пам'ятати і про накопичення барди. Тобто, в процесі одержання біоетанолу виникає значна кількість спиртової барди і виробничих відходів. Загальна їх кількість складає 10-13 л на 1 л отриманого біоетанолу. Стічні води біоетанольного виробництва характеризуються високим рівнем забруднення по ХПК – 40-70 тис. мг/л. Відсутність переробки та прямого викиду такої кількості виробничих відходів зумовлює забруднення навколишнього середовища та нераціональне використання великих площ під поля фільтрації спиртової барди.

Мелясна барда, як відходи виробництва біоетанолу, не має харчової цінності і тому не може бути використана в сільському господарстві ні як кормова добавка, ні як добриво (без додаткової обробки). Оптимальним варіантом утилізації мелясної барди є її переробка в біогаз.

Другим перешкоджаючим чинником є ціна біоетанолу, тобто головним питанням для виробників спирту залишається зниження собівартості виробництва етанолу.

Виробництво біоетанолу стримується також недостатньою кількістю інвестицій для перепрофілювання частини спиртових заводів на виробництво біопалив; відсутністю достатньої кількості меляси.

Зважаючи на наведене вище доводиться констатувати, що на початок 2009 р. в Україні ні правові основи, ні економічні умови для розвитку широкомасштабного виробництва біопалива не були створені, а законодавча база в області розвитку біоенергетики, незважаючи на ряд прийнятих прогресивних і важливих законів та програм, усе ще вимагала серйозної доробки.

Політична воля та чітка державна політика щодо розвитку біоенергетики з'явилися після останньої «газової» кризи та важких переговорів з Росією щодо поставок природного газу в Україну на початку 2009 р. Протягом цього ж року прийнято ряд важливих документів, що висвітлюють позицію уряду країни стосовно питань заміщення природного газу альтернативними та відновлюваними джерелами енергії: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 04.02.2009 р. № 102-р «Про заходи з використання альтернативних джерел енергії»; Розпорядження Кабінету Міністрів України від 11.02.2009 р. № 159-р «Деякі питання реалізації державної політики в сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів»; Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.02.2009 р. № 217-р «Питання організації виробництва та використання біогазу», Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12.02.2009 р. № 276-р «Про схвалення Концепції Державної цільової науково-технічної програми розвитку виробництва та використання біологічних видів палива», Розпорядження Кабінету Міністрів України від 19.02.09 р. №126 «Про особливості приєднання до електричних мереж об'єктів електроенергетики, що виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел», Розпорядження Кабінету Міністрів України від 19.02.09 р. № 256-р «Про першочергові заходи щодо скорочення обсягів споживання природного газу у період до 2010 року».

У «Плані дій по біомасі», підготовленого в рамках Нідерландсько-Українського G2G (Уряд до Уряду) проекту разом із НТЦ «Біомаса», уряду рекомендується призначити єдиний орган, повністю відповідальний за питання розвитку біоенергетики в Україні. Це може бути нове агентство або одне з існуючих міністерств/агентств. Теоретично обов'язки такого органу може взяти на себе одна з наступних установ: Міністерство аграрної політики

України, Міністерство палива та енергетики України, Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів (НАЕР). Однак можна також рекомендувати створення нового державного агентства з підпорядкуванням Кабінету Міністрів України для координації всіх дій у секторі біоенергетики. Робота такого агентства може бути навіть ефективнішою, ніж міністерства, у якого окрім біоенергетики буде багато інших важливих напрямів діяльності.

Згідно з Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11.02.2009 р. № 159-р «Деякі питання реалізації державної політики в сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів», на НАЕР було покладено ряд важливих завдань у сфері відновлюваної енергетики, в тому числі біоенергетики, та передано ряд серйозних повноважень. Зокрема, НАЕР разом з іншими заінтересованими центральними органами виконавчої влади має розглянути питання щодо доцільності утворення державного концерну «Відновлювана енергетика України» з подальшою передачею в установленому порядку бюджетних призначень на фінансування загальнодержавних програм у сфері відновлюваної енергетики від Мінпаливенерго, Мінвуглепрому, Мінагрополітики і НКАУ до НАЕР.

Таким чином, можна вважати, що НАЕР був фактично визначений урядом головним координуючим органом усіх питань у секторі відновлюваної енергетики України, в тому числі біоенергетики.

З метою сприяння розвитку виробництва біопалива був прийнятий Верховною Радою 21 травня 2009 р. і підписаний Президентом України 17 червня 2009 р. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива». Відповідно до цього закону виробники і споживачі біопалива в Україні одержали значні податкові пільги – акцизний збір з виготовлення біологічних видів моторного пального і біоетанолу розраховується за нульовою ставкою, які почали діяти з 1 січня 2010 р. Крім того, до 1 січня 2014 р. встановлюється нульова ставка акцизного збору на частку пального, яке є біокомпонентом у сумішевих видах моторного

пального, щоспрямовується на виробництво біопалива. Закон також передбачає, що до 1 січня 2019 р. звільняються від оподаткування операції з імпорту техніки та устаткування для реконструкції існуючих і будівництва нових підприємств з виробництва біопалива і для виготовлення та реконструкції технічних і транспортних засобів з метою споживання біопалива. Така ж пільга буде застосовуватися при ввезенні технічних і транспортних засобів, у тому числі самохідних сільгоспмашин, що працюють на біопаливі.

Крім того, закон звільняє на 10 років (із січня 2010 р.) від податку на прибуток, одержуваний від продажу біопалива, від діяльності з одночасного виробництва електричної і теплової енергії та виробництва теплової енергії з використанням біологічних видів пального, виробництва вітчизняної техніки та устаткування для переведення технічних і транспортних засобів на біопаливо.

З метою стимулювання інвестицій у відновлення основних фондів дозволяється до 1 січня 2019 р. бонусна амортизація обладнання, що працює на альтернативних видах палива, яка передбачає амортизацію в перший рік на рівні до 50 %.

Закон також надає пільги фізичним особам зі сплати податку на доходи у випадку, якщо вони переобладнають свої транспортні засоби для роботи на сумішевих бензинах, біоетанолі, біодизелі, стиснутому або зрідженому газі.

У той же час документ вводить ліцензування виробництва, зберігання і реалізації рідкого біопалива з біомаси та біогазу. Передбачено також, що біологічні види пального, призначені для реалізації як товарна продукція, підлягають обов'язковій сертифікації відповідно до законодавства.

Закон передбачає заборону виробництва та зберігання спирту етилового на підприємствах з виробництва біоетанолу, а також зберігання та транспортування біоетанолу без його денатурації від 1 до 10% бензину, а в разі його використання на експорт та виготовлення етил-трет-бутилового етеру (ТЕБЕ) денатурація має здійснюватись згідно з умовами укладених договорів. Суб'єкти господарювання, які здійснюють господарську діяльність у сфері виробництва, зберігання та введення в обіг рідких біологічних

видів палива, підлягають внесенню до спеціального державного реєстру.

Законом передбачено ряд податкових, кредитних та інших пільг, які вступили в силу з 1 січня 2010 р.:

- строком на 10 років звільняється від оподаткування прибуток виробників: біопалива, отриманий від його продажу; техніки, обладнання, устаткування для виготовлення та реконструкції технічних та транспортних засобів, у тому числі самохідних сільськогосподарських машин та енергетичних установок, що споживають біологічні види палива, одержаний від продажу зазначеної техніки;

- нульова ставка акцизного збору встановлюється: на біоетанол, що використовується для виготовлення бензинів моторних сумішевих із вмістом біоетанолу та добавками на основі біоетанолу, ТЕБЕ або інші суміші згідно з вимогами нормативних документів;

- до 1 січня 2014 р. на спирт етиловий-сирець, що використовується для виробництва біоетанолу, та біоетанол, який використовується для виготовлення біопалива;

- до отримання біоетанолу виробниками для виготовлення палива моторного сумішевого видається податковий вексель, авальований банком, на суму акцизного збору, нарахованого на обсяг біоетанолу, що отримується виходячи із ставки, яка визначається як різниця між чинною повною ставкою акцизного збору на спирт етиловий та ставкою 0 гривень за 1 л 100-відсоткового спирту. За користування податковим векселем, авальованим банком (податковою розпискою) не нараховуються відсотки або інші види плати, передбачені законодавством для інших видів векселів. Податковий вексель вважається погашеним у разі документального підтвердження факту цільового використання біоетанолу для виготовлення біопалива та моторного сумішевого палива;

до складу податкового кредиту фізичної особи включатиметься сума коштів, сплачених у зв'язку із переобладнанням транспортного засобу для використання у вигляді моторного палива сумішевого бензину, біоетанолу та інших видів біопалива (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Законодавче стимулювання виробництва  
і використання біоетанолу в Україні**

Виробництво	Використання
Звільнення від сплати акцизу до 2014р.	Отримання податкового кредиту фізичними особами на переобладнання транспортних засобів
Звільнення від сплати податку на прибуток на 10 років	Звільнення від сплати податку на прибуток на 10 років
Звільнення від сплати мита при ввезенні обладнання до 2019 р.	Звільнення від сплати мита при ввезенні обладнання до 2019 р.
Звільнення від сплати ПДВ при ввезенні обладнання	Звільнення від сплати ПДВ при ввезенні обладнання
Застосування бонусної амортизації основних фондів до 2019 р.	Застосування бонусної амортизації основних фондів до 2019 р.

Реалізація норм цього закону потребує затвердження національного стандарту на біоетанол, визначення Кабінетом Міністрів України органу ліцензування біоетанолу, порядку такого ліцензування, порядку ведення державного реєстру виробників рідких біологічних видів палива., порядку випуску векселів, авальованих банком, що мають видаватися виробникам біоетанолу.

В Російській Федерації наказом Федерального агентства з технічного регулювання і метрології від 25 грудня 2008 р. № 678-ст. затверджений і введений в дію Державний стандарт ГОСТ Р 53200-2008 «Денатурированный топливный биоэтанол». Біоетанол, який відповідає цьому стандарту призначений для суміші з бензином – використовується в якості бензоетанольного палива для автомобілів. Основні технічні вимоги до біоетанолу представлені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

**Основні технічні вимоги до біоетанолу згідно ГОСТ Р 53200-2008**

Назва показника	Значення показника
Об'ємна частка етилового спирту, % не менше	92,1
Об'ємна частка метилового спирту. % не більше	0,5
Масова частка води, % не більше	1,0
Об'ємна частка денатуруючих добавок. % в межах	1,0-5,0

Для транспортування біоетанолу використовують сталеві бочки відповідних стандартів і спеціалізовані контейнери-цистерни. За ступенем впливу на організм людини біоетанол відноситься до 4-го класу небезпеки, володіє наркотичною дією, при проникненню всередину організму може викликати отруєння.

Невирішеним на сьогодні залишається законодавче врегулювання встановлення обов'язкової індикативної квоти на споживання біопалива. Законопроект «Про обов'язкове використання біоетанолу та біодизеля при виробництві моторних видів палива» (№5221 від 13.10.2009 р.) передбачалося встановлення для всіх виробників бензинів моторних сумішевих та дизельного палива в Україні норм обов'язкового використання біоетанолу та біодизеля при виробництві вказаних видів моторного палива по роках. Що стосується біоетанолу, то в законопроекті зазначалося, що його частка у відсотках до загального виробництва бензинів моторних повинна становити: 2010 р. – не менше 2,0; 2011 р. – не менше 3,0; 2012 р. – не менше 4,0; 2013 р. – не менше 5,0; 2014 р. – не менше 5,75.

У свою чергу нафтовики наголошують, по-перше, що бензини моторні сумішеві виробляються до галузевого стандарту ГСТУ 320.00149943.014- 2000 «Бензини моторні сумішеві. Технічні умови». Згідно зі стандартом, у бензинах моторних сумішевих об'ємна частка біоетанолу регламентується в межах 2-5 %. Бензини, у яких вміст біоетанолу становить менше 2 %, не відносяться до бензинів моторних сумішевих. Що стосується моторних палив, у яких вміст біоетанолу становитиме більше 50 %, то жодне з таких палив не пройшло експлуатаційних випробувань в Україні. Зокрема моторне паливо на основі біоетанолу БЮ-100 (ТУУ 24.6-33616799-001:2006) не пройшло експлуатаційних випробувань. Таким чином, Мінпаливенерго вважає, що за відсутності позитивного рішення основного споживача моторних палив – Мінтрансзв'язку та ДП «ДержавтотрансНДІпроект» жодне паливо з вмістом біоетанолу вищим, ніж у паливі за ГСТУ 320.00149943.014- 2000, не може бути допущеним до широкого застосування.

По-друге: запровадження директивних показників використання біопалив не знайшло підтримки при опрацюванні законопроекту «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню видів палива» (законопроект став Законом України від 21.05.2009 р. за № 1391-VI).

Як переконує світовий досвід, стимулювання за допомогою державних важелів впливу обов'язкового використання біоетанолу при виробництві палив моторних сумішевих зумовить широке використання біоетанолу як палива в Україні, що забезпечить реалізацію механізмів ратифікованого в Україні Кіотського протоколу про зменшення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу.

З метою удосконалення законодавчого регулювання та активізації ринку біологічних палив у травні 2011 р. Верховною Радою України у першому читанні розглянуто Проект Закону «Про розвиток виробництва та споживання біологічних палив», який був розроблений та доопрацьований на виконання Постанови Верховної Ради України № 3069-VI від 01.03.2011 р.

Пріоритетним завданням даного законопроекту є стимулювання за допомогою державних важелів виробництва біопалива, переробки та використання кінцевим споживачем, а також структурування ринку біопалив та створення прозорого механізму виробництва та споживання біопалив.

Крім того, законопроект спрямований на приведення у відповідність законодавства України з законодавством Європейського союзу в галузі охорони навколишнього середовища та екології, а також покликаний сприяти розвитку національного паливного ринку та забезпеченню розвитку агропромислового комплексу.

Програми розробки та виробництва палива з відновлюваної сировини, як джерела отримання альтернативних видів палива, прийняті, впроваджені та функціонують в переважній більшості розвинутих країн світу. Результати впровадження таких програм в різних країнах (Бразилія, США, Китай) беззаперечно виправдовують доцільність виробництва і застосування біологічних видів палива не тільки з точки зору покращення екології довкілля, а також і як продукту виробництва якого є прибутковим.

Однак на початковій стадії такого виробництва в кожній з країн на рівні державного регулювання було вжито заходів та прийнято державні заходи підтримки, спрямовані на сприяння розвитку виробництва та споживання біопалив.

Прямими наслідками забезпечення розвитку виробництва та споживання біологічних палив є:

- зменшення залежності держави від імпорту енергоносіїв;
- підвищення рівня енергетичної безпеки держави;

- розвиток та стабільність роботи агропромислового комплексу країни;
- створення нових робочих місць та збільшення надходжень до бюджетів;
- покращення екологічної ситуації.

Мета прийняття законопроекту та подальших нормативних актів на його основі полягає в стимулюванні за допомогою державних важелів виробництва біопалив, їх реалізації, переробки та використання кінцевим споживачем для роботи технічних засобів.

Єдино можливими і доцільними на даний час напрямками державної підтримки розширення ринку біопалива є передбачені законопроектом можливості широкого застосування біопалив нафтопереробними та іншими підприємствами у виробництві сумішевих видів палива.

Аналогічні заходи, обов'язкового використання біопалив запроваджено в країнах ЄС. Директивою Європейського парламенту та Ради 2009/28/ЄС передбачено, що до 2020 р. частка енергії, що виробляється з відновлювальних джерел у загальному споживанні енергії має становити 20 %, а в транспортному секторі 10 %.

Широкомасштабне використання біопалива в Україні забезпечує реалізацію механізмів ратифікованого в Україні Кіотського протоколу щодо зменшення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Законопроект складається з 14 статей, які об'єднані у 6 розділів.

У першому розділі законопроекту визначаються терміни, що вживаються та принципи політики у сфері біопалив.

У другому розділі законопроекту визначаються ознаки та класифікація видів біопалив, вказується характеристика виробників, споживачів біопалив та технічних засобів.

У третьому розділі визначені заходи щодо запровадження норм споживання біопалив, регулювання заходів з розробки нових видів біопалива, фінансування сфери біопалив, визначення норматив виробництва, транспортування та зберігання біопалив.

У четвертому розділі визначені норми законодавства щодо порушень у сфері біопалив.

У п'ятому розділі визначені норми щодо міжнародного співробітництва у сфері біопалив.

У прикінцевих положеннях, шостому розділі, передбачені заходи які необхідно здійснити у зв'язку з прийняттям законопроекту.

Змін до інших законів не потребує, крім передбачених цим проектом.

Щодо фінансово-економічного обґрунтування, то слід відмітити, що запропоновані положення законопроекту не передбачають видатків з державного та місцевих бюджетів.

В разі прийняття законопроекту та широкого запровадження виробництва та споживання біопалив, в Україні збільшаться податкові надходження від діяльності підприємств агропромислової галузі, паливного комплексу та підприємств торгівлі.

В проекті та прийнятих на його основі підзаконних актах знаходить своє вирішення проблема стандартизації обігу біопалив, запобігання тінізації виробництва та продажу як біопалив так і похідних продуктів. По-друге: запровадження директивних показників використання біопалив не знайшло підтримки при опрацюванні законопроекту «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню видів палива» (законопроект став Законом України відр. за № 1391-VI).

Як переконує світовий досвід, стимулювання за допомогою державних важелів впливу обов'язкового використання біоетанолу при виробництві палив моторних сумішевих зумовить широке використання біоетанолу як палива в Україні, що забезпечить реалізацію механізмів ратифікованого в Україні Кіотського протоколу про зменшення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу.

З метою удосконалення законодавчого регулювання та активізації ринку біологічних палив у травні 2011 р. Верховною Радою України у першому читанні розглянуто Проект Закону «Про розвиток виробництва та споживання біологічних палив», який був розроблений та доопрацьований на виконання Постанови Верховної Ради України № 3069-VI від 01.03.2011 р.

Пріоритетним завданням даного законопроекту є стимулювання за допомогою державних важелів виробництва біопалива, переробки та використання кінцевим споживачем, а також структурування ринку біопалив та створення прозорого механізму виробництва та споживання біопалив.

Крім того, законопроект спрямований на приведення у відповідність законодавства України з законодавством Європейського союзу в галузі охорони навколишнього середовища та екології, а також покликаний сприяти розвитку національного паливного ринку та забезпеченню розвитку агропромислового комплексу.

Програми розробки та виробництва палива з відновлюваної сировини, як джерела отримання альтернативних видів палива, прийняті, впроваджені та функціонують в переважній більшості розвинутих країн світу. Результати впровадження таких програм в різних країнах (Бразилія, США, Китай) беззаперечно виправдовують доцільність виробництва і застосування біологічних видів палива не тільки з точки зору покращення екології довкілля, а також і як продукту виробництва якого є прибутковим.

Однак на початковій стадії такого виробництва в кожній з країн на рівні державного регулювання було вжито заходів та прийнято державні заходи підтримки, спрямовані на сприяння розвитку виробництва та споживання біопалив.

Прямими наслідками забезпечення розвитку виробництва та споживання біологічних палив є:

- зменшення залежності держави від імпорту енергоносіїв;
  - підвищення рівня енергетичної безпеки держави;
  - розвиток та стабільність роботи агропромислового комплексу країни;
  - створення нових робочих місць та збільшення надходжень до бюджетів;
  - покращення екологічної ситуації.
- Безперечним позитивом у реалізації положень законопроекту в господарській діяльності є поступове покращення екологічної ситуації, особливо в великих містах.

Враховуючи природні фактори та майже повну залежність України від імпортованих енергоносіїв, зважаючи на визнану перспективність в світі саме альтернативних видів палива, подальше ігнорування програм розвитку біологічних видів палива в Україні заради тимчасових економічних переваг окремих галузей є невиправданим та недопустимим на сучасному етапі. Вказаний законопроект є першим кроком, спрямованим зарадити цьому.

Таким чином, даним законопроектом (реєстр. №7524) визначаються правові засади регулювання обігу (виробництва і спожи-

вання) біологічних палив, які базуються на основі використання джерел відновлюваної сировини та біохімічних методів її переробки.

Документом, зокрема, пропонується віднести до біологічних палив: біоетанол; біопаливо моторне; біопаливо дизельне; сумішеві палива; компоненти, виготовлені з біологічної енергетичної сировини, для змішування з традиційними видами палива; біоводень; біогаз; ЕТБЕ (етил- трет-бутиловий ефір), виготовлений з використанням біоетанолу.

Планується також, що держава забезпечуватиме розвиток виробництва та споживання біопалив шляхом вжиття заходів з економічного стимулювання споживання біопалив виробниками та споживачами в Україні.

Відповідно до законопроекту, організаційно-економічні заходи щодо стимулювання виробництва та споживання біопалив мають включати:

- визначення джерел і напрямів фінансування у галузі виробництва біопалив;
- створення системи державних стандартів у сфері виробництва та споживання біопалив і нормативно-технічних показників споживчої якості, енергетичної цінності та екологічної безпеки біопалив;
- застосування економічних стимулів для підприємств, установ, організацій, діяльність яких пов'язана з виробництвом біопалив, розробленням і впровадженням маловідходних, ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій, машин, механізмів, інших технічних засобів, що працюють на біопаливі;
- стимулювання інвестиційної діяльності у сфері виробництва біопалив; створення інформаційного фонду для збору та поширення інформації про виробництво і споживання біопалив в Україні;
- застосування економічних стимулів для споживачів, що заохочують використання біопалив, маловідходних, ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій, машин, механізмів, інших технічних засобів, що працюють на біопаливі.

Крім того важливо підтримувати науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи в секторі біоенергетики, розвивати співпрацю українських науково-дослідних установ з європейськими університетами, а також з європейськими інформаційними мережами з

питань біоенергетики. Також ключовим питанням залишається створення національної інформаційної мережі з біомаси та біопалива. Національна мережа міститиме інформацію щодо реалізованих, поточних та запланованих НДДКР у відповідних секторах, зі створення нових або суттєвого вдосконалення існуючих технологій виробництва біомаси/біопалив та одержання енергії з біомаси.

Для підвищення рівня обізнаності та знань стосовно питань біоенергетики можна рекомендувати проведення спеціальних тренінг-курсів для різних цільових груп. Такі курси можуть бути організовані на реально діючих біоенергетичних об'єктах і проводитися висококваліфікованими українськими спеціалістами разом із закордонними фахівцями.

Головними критеріями при розробці програми розвитку біоенергетики, а також пакета законів і підзаконних актів для стимулювання, підтримки і розвитку всього комплексу біоенергетичних технологій, повинні стати її комплексність і економічна обґрунтованість. Адже в перспективі біопаливо для України може стати однією з прибуткових галузей економіки, що забезпечить збільшення робочих місць у сільській місцевості та залучення інвестицій в аграрний сектор.

### **3.3. Шляхи покращення розвитку виробництва біопалива в Україні**

Нині можна виділити наступні шляхи використання соломи після збирання обчісуючою жнивваркою:

1. Збирання соломи. Для цього скошують стебла зернової культури за допомогою косарок (навісних, причепних або самохідних), після чого підбирають валки прес-підбирачем. Для скошування у валки соломи, що залишається після обчісуючої жнивварки, рекомендується використовувати роторні або дискові косарки виробництва компанії SaMASZ, які характеризуються виключно високою надійністю та відносно низькими цінами.

2. Загортання соломи в ґрунт. Для зменшення і усунення фітотоксичної дії продуктів розкладу соломи при посіві озимих культур рекомендується при прямому загортанні соломи в ґрунт вносити 0,5 – 4,0 т/га біо гумусу, локальне внесення при посіві туковисіваю-

чими сівалками гранульованих органо-мінеральних сумішей типу «Герасол» не менше 300 кг/га, а також використання азотфіксуючих і целюлозоруйнуючих біопрепаратів або ЕМ препарату ЕМ-1-У «Байкал» відповідно до інструкції використання.

Пряме загортання соломи в ґрунт з додаванням азотних добрив після обчісування є одним з перспективних способів повернення гумусу в ґрунт. Для цього рекомендується використовувати борони, або дискові ґрунтообробні агрегати виробництва Краснянького РП «Агромаш», ВАТ «Білоцерківсільмаш» та інших вітчизняних виробників.

3. Мульчування (подрібнення соломи). Мульчування (попереднє подрібнення пожнивних залишків зернових перед їх загортанням в ґрунт) – це відносно нова прогресивна технологія, яка дуже швидко поширюється завдяки своїй високій ефективності. Вона забезпечує найкращий захист ґрунту від ерозії, перегнивання рослинних залишків, знижує випаровування вологи, покращує якість і структуру ґрунту. Для якісного подрібнення соломи та рівномірного розкидання її по полю рекомендується використовувати високоефективні широкозахватні комбіновані агрегати з одночасним посівом ТОВ «Агро-союз», причепні мульчувачі (подрібнювачі) RM виробництва компанії «Kuhn».

4. Пряма сімба з мульчуванням ґрунту подрібненими пожнивними рештками, технологія *pou-tiel*. Мульчування поверхності ґрунту при прямому посіві передбачається проводити за допомогою не дискових робочих органів, а спеціальними подрібнювачами з вертикальним обертанням робочих органів, наприклад типу ПН виробництва ТОВ НВП «БілоцерківМАЗ», або більш потужними подрібнювачами з горизонтальним обертанням подрібнюючи елементів наприклад типу SHULTE (Канада). На сьогодні в Україні активно впроваджується технологія *pou-tiel*, яка дозволяє за один прохід комбінованого агрегату виробництва ТОВ «Агро-союз», «АМАКО» виконати всі технологічні операції по обробітку ґрунту та посіву.

Щороку соломи та стебел кукурудзи набирається близько 25-30 млн т, пересічно на 1 т зерна припадає близько 1 т побічної продукції (солома, стебла кукурудзи тощо), основну масу якої нині не використовують у тваринництві. Удобрювальна ефективність тонни подрібненої і загорнутої у ґрунт соломи та іншої побічної продукції рослинництва еквівалентна 3,5–4 т напівперепрілого гною.

Щоб упровадити в сільськогосподарське виробництво біоорганічні агротехнології для відтворення родючості ґрунту, потрібно заготовити велику кількість побічної (нетоварної) продукції рослинництва, що потребує застосування комплексу сільськогосподарської техніки.

Забезпечити якісний обробіток ґрунту за наявності на поверхні поля великої кількості соломи зернових колосових, стеблової маси грубостеблових культур, іншої нетоварної рослинної біомаси можна за умови виконання такого технологічного ланцюга: створення вихідного агрофону – внесення добрив – загортання в ґрунт рослинної біомаси.

У багатьох випадках загортання нетоварної частини врожаю не дає бажаного ефекту. Це насамперед пов'язано з тим, що рільники не дотримуються вимог науково-обґрунтованої методики застосування побічної продукції рослинництва на добриво, згідно з якою, на кожен тону рослинної маси потрібно обов'язково додавати 10 кг д.р. азоту, що забезпечує оптимальний баланс між азотом і вуглецем, поліпшує мінералізацію соломи в ґрунті та унеможливорює конкурентну боротьбу за азот між рослинами і целюлозо-розкладаючими мікроорганізмами.

За технології загортання в ґрунт рослинної біомаси створення вихідного агрофону є однією з важливих ланок, що пов'язано з доведенням рослинної біомаси до придатного для загортання стану. З технологічних міркувань, таким вихідним агрофоном є агрофон переважно у вигляді подрібненої рослинної біомаси, рівномірно розкиданої по поверхні поля.

Для зернових такий вид агрофону потрібно забезпечувати під час збирання врожаю, застосовуючи зернозбиральні комбайни «Славутич», «Дон- 1500», «Нива», «Єнісей», «Полісся», «Вектор» тощо та зернозбиральні комбайни зарубіжного виробництва з подрібнювачами незернової частини врожаю.

Щоб не допустити втрат соломи під час жнив через високе зрізування, врожай збирають за технологією обчисування зернової частини із застосуванням жниварок ЖОН-4, ЖОН-6, а для її подрібнення застосовують мульчувач начіпний роторний МНР-12 (виробник – ВАТ «Хмільник-сільмаш»). Це значно поліпшує подальший процес обробітку ґрунту.

Після жнив валки соломи треба подрібнити та розкидати по полю подрібнювачем-розкидачем валків ПРС-2,1 (виробник – ВАТ КБ «Бердянськсільмаш»).

Для подрібнення та розкидання по полю стебел зернової кукурудзи, стебел соняшнику потрібно використовувати такі технічні засоби: в разі збирання кукурудзи – жниварку КМС-6 до зернозбиральних комбайнів «Дон-1500», КЗС-9-1 «Славутич», «Єнісей-950», жниварки до зернозбирального комбайна «Лан», причіпного кукурудзозбирального комбайна ККП-2С; у разі збирання соняшнику – пристрій ПЗС-8 до зернозбиральних комбайнів вітчизняного й зарубіжного виробництва, пристрій ПС-6-0,5 до вітчизняних зернозбиральних комбайнів.

Придатним є також агрофон із гички цукрових буряків, розкиданої по полю або укладеної у валки за допомогою коренезбиральних комбайнів КБ-2, КСБ-6 «Збруч» і гичкозбиральних машин МГР-б (роторна), МГШ-6 (шнекова) і МГМ-6 і МБП (її модифікації МГУ-6, МБК-2,7).

Якісне внесення гранульованих мінеральних добрив можна забезпечити, використавши причіпну машину МД-4 «Галичина», начіпні розкидачі МВД-900, МВД-0,5 або РДН-0,5 та МВУ-0,5 АГ. Можна також застосовувати причинні розкидачі марок 1-РМГ-4 та РУМ-8.

Сучасний парк ґрунтообробної техніки повною мірою забезпечує загортання побічної продукції в ґрунт завдяки поєднанню операцій, що виконуються в певній послідовності для створення оптимальних умов росту й розвитку рослин.

У системі обробки ґрунту на зяб одразу після збирання застосовують такі ґрунтообробні знаряддя: культиватор широкозахватний КШН-5,6 «Резидент», агрегат ґрунтообробний ротаційний «Агро-3», культиватор для передпосівного обробки ґрунту ККП-6 «Кардинал», борону глибокого розпушування БГР-4,2 «Солоха» (виробник – ВАТ «Галещина-машзавод») тощо. Вони одночасно якісно виконують такі операції: інтенсивно розпушують ґрунт, рівномірно вирівнюють поверхню поля, загортають подрібнену та стоячу соломку в ґрунт на глибину майже 20 см.

Особливості цієї технології в тому, що для основного обробки в зазначених вище ґрунтообробних знаряддях застосовують кілька типів принципово нових робочих органів, які призначено для роботи на ущільнених ґрунтах різного гранулометричного складу та розробки задернелих скиб після оранки. При цьому верхній шар ґрунту підрізається на глибину 10-12 см, частково подрібнюється

водночас із рослинними рештками й обертається, порушуючи при цьому капілярне підняття вологи з нижніх шарів ґрунту, що створює кращі умови для зменшення її втрат, а поглинання опадів при цьому поліпшується. Одночасно знищується переважна більшість вегетуючих бур'янів і зменшується надходження в ґрунт їхнього дозрілого насіння.

На важких ґрунтах у разі високої стерні (20 см і більше) або потужних валків соломи застосовують глибоке дискування (до 16 см) важкими дисковими боронами БДВ-3, БДВ-7 (виробник – ВАТ «Уманьферммаш»), бороною дисковою БДВ-6,5 (виробник – ВАТ «Борекс») або дисковим ґрунтообробним агрегатом АГД-2,3 чи бороною дисковою важкою БДВ-8,5 і БДВ-6,5 (виробник – ВАТ «Білоцерківсільмаш»), дискові борони АТ «Фрегат».

Доцільно в усіх випадках після дискування провести одночасне боронування й прикотковування поля котками КП-10/6, що сприяє кращому контакту насіння бур'янів із ґрунтом, його проростанню.

Кукурудза на силос і зерно, соя, соняшник – це попередники, які пізно збирають, тобто перед сівбою озимих або в посівний період. Вологість ґрунту в цю пору зазвичай низька, щільність висока. Тому його обробіток ускладнений і спричинює втрату залишкових запасів вологи. Мінімальних втрат вологи досягають завдяки високій якості обробітку й нерозривності всього комплексу робіт.

Перше дискування важкими дисковими боронами «Деметра» - ДМТ-2; ДМТ-4; ДМТ-6 та іншими треба виконувати після збирання попередника під кутом до напрямку рядків. Друге дискування виконують під кутом до напрямку сівби і першого дискування з обов'язковим загортанням основної маси стерні та подрібнених стебел у верхній шар ґрунту. Якщо ширина зібраної загінки достатня, дискування проводять упоперек напрямку сівби попередника.

Після збирання сої іноді достатньо дискового лушення в один слід та передпосівної культивуації. Залежно від кількості пожнивних решток (стерні та соломи), які залишилися незагорнутими в ґрунт, і стану ґрунту після двох дискувань, його доводять до посівного стану широкозахватними культиваторами КШН-5,6 «Резидент», або дисковими культиваторами ККП- 3,6, чи комбінованим культиватором КНК-6,0 «Славутич», або КОМБІ-3900-0, виконуючи розпушування на 6-Ю см.

За якісного обробітку ґрунту після одного-двох дискувань можна проводити сівбу стерньовими сівалками СТС-2,1; СТС-6 або сівалками прямого висівання. У необроблений ґрунт можна висівати сівалками «Модель-108», якщо стан поля і водно-фізичний стан посівного шару задовільні. Не виключається також варіант сівби такими сівалками після одноразового дискування важкими дисковими боронами.

Останнім часом набуло популярності застосування комбінованих широкозахватних агрегатів прямого висіву. Для цього доцільно використовувати комбінований агрегат прямої сівби АПП-6, агрегати з двох сівалок СЗ-5,4 на зчіпці СП-10,8 і комбінований агрегат – ґрунтообробну голчасту борону БГ-ЗА із зерною сівалкою СЗ-3,6А.

У сівалці АПП-6 (виробник – ВАТ «Завод «Фрегат»») для поліпшення якості роботи загортаючого робочого органу використали культиваторну лапу.

Заслуговує на увагу й використання комбінованого агрегату передпосівного обробітку ґрунту і сівби АК-4,4 із СЗ-3,6 (розробник – ННЦ ІМЕСГ), який за один прохід виконує п'ять операцій.

Започатковано виробництво сівалки прямого висіву «Меланія» та моделі, яку запропонувало ВАТ «Червона зірка».

Зазначені вище сівалки, якщо їх зчепити по дві-три, та агрегати для прямого висівання, комбіновані з тракторами ХТЗ-16131 та ХТЗ-170, ефективно використовують у разі впровадження біоорганічної агротехнології, яка потребує оперативного висіву в оптимальні строки.

Здійснено спільну з німецькими партнерами розробку сівалки «Агро- Союз-Хорш», що є нині перспективним напрямом.

Отже, широке використання на добриво побічної продукції рослинництва водночас із мінеральним азотом сприяє підвищенню родючості ґрунту, запобігає ерозії, забезпечує оптимальне живлення рослин та за умови ефективного використання парку вітчизняних машин і механізмів дає змогу отримувати стабільні врожаї сільгоспкультур із прибавкою врожаю в 10- 25%.

Проте аграрна наука ще не має вичерпної відповіді щодо порогу доцільності внесення у ґрунт соломи та інших рослинних решток у залежності від насиченості сівозмін зерновими культурами, обмеження фітопатогенного навантаження на злакові

культури, розвиток бур'янів, управління азотним режимом ґрунту у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

В попередні роки соломі зернових культур використовували у тваринництві як грубий корм та підстилку. Для підготовки соломи до згодовування тваринам застосовували механічні, хімічні, термічні, термохімічні, біологічні, баротермічні та інші методи підвищення поживних властивостей соломи. Для їх реалізації науковцями були розроблені необхідні технічні засоби, але потрібного ефекту не було досягнуто. Основний висновок – використання соломи в раціонах тварин не забезпечує високої їх продуктивності тому вона може лише в окремих випадках використовуватись як доповнювач грубих кормів.

Останнім часом набуває поширення в різних країнах світу використання соломи та рослинних решток на енергетичні потреби. В країнах Центральної Європи щорічно на енергетичні потреби використовується від 5 до 20 відсотків соломи.

Враховуючи зростання вартості видобувних видів палива та залежність України від їх імпорту, використання частини побічної продукції рослинництва на енергетичні потреби є перспективним.

При цьому *для виробництва енергії* в Україні може бути використано 7- 10 млн тонн соломи, що еквівалентно 3,5-5 млн тонн умовного палива. Цієї кількості достатньо для заміщення кам'яного вугілля на суму понад 2,5 млрд грн або більш як на 3 млрд грн природного газу.

За іншими розрахунками, загальний потенціал використання соломи як палива є достатнім для створення 13 тис. малих теплогенеруючих потужностей (0,1-1,0 МВт) плюс 700 теплогенеруючих потужностей для систем централізованого тепlopостачання (1,0-10,0 МВт). Нині експлуатується близько 20 теплогенераторів, які працюють на соломі та відходах деревини. Інтерес до альтернативних видів палива щорічно зростає і зараз в роботі знаходиться більше 10 проектів по можливостям використання соломи [44].

Наявні на ринку України технічні засоби вітчизняного та зарубіжного виробництва в цілому забезпечують підготовку рослинної біомаси до використання в рулонах, паках, брикетах, гранулах чи в розсипному виді, але технології та технологічні засоби для збирання, зберігання та підготовки біомаси до спалювання та одержання тепла потребують вдосконалення. Є також потреба в

додатковому обґрунтуванні параметрів теплотехнічного обладнання з урахуванням типів споживачів теплової енергії та його вимоги до біомаси, як енергоносія.

Наявні знання щодо використання соломи та рослинних решток на енергетичні потреби дають підстави визначити актуальні завдання досліджень з цієї проблеми. Основними з них є розроблення методів ефективного використання соломи та рослинних решток в аграрному виробництві, розроблення прогнозу розвитку сільської біоенергетики, створення нових техноенергетичних об'єктів та вивчення ефективності заміни видобувних енергоносіїв поновлювальними видами енергоресурсів.

До загальних недоліків у роботі науково-дослідних установ, які проводять наукові дослідження стосовно ефективного використання соломи та рослинних решток, слід віднести ще недостатню повну комплексність досліджень, недостатню ефективність координації наукових робіт, а також обмежений кадровий потенціал.

Таким чином, основними напрямками використання соломи є:

- Частина соломи під час збирання втрачається на полях;
- Спрямовується на кормові цілі та на підстилку для отримання органічних добрив;
- Може бути направлена на підтримання родючості ґрунтів через залишення соломи у подрібненому вигляді на полях або виробництва гною;
- На теплові потреби.

Також солону можна використовувати в якості вихідної сировини для виробництва біогазу.

Перевага соломи як палива полягає у тому, що її ресурси поновлюються щороку. Солома – доступне місцеве паливо, що може використовуватись у сільській місцевості в системах опалення виробничих та адміністративних будинків, об'єктів соціальної сфери села – шкіл, дитячих садків, лікарень тощо. Використання соломи дозволить забезпечити ці об'єкти власним паливом, незалежно від сторонніх постачальників, заощадити на придбанні традиційних енергоносіїв, але необхідно буде більше витратити на оплату праці своїх робітників.

Солома вигідна в якості енергоносія у сільському господарстві тому, що не має конкуренції з продуктами харчування, тобто йде як супровідний продукт, який не потрібно створювати або вирощувати

окремо. Якщо цей матеріал виникає в ході збирання врожаю, то необхідно замкнути «харчове коло», щоб отримувати максимум користі.

Солома є CO<sub>2</sub>-нейтральною, і тому це екологічно безпечне джерело енергії. У процесі росту соломи поглинається така ж кількість CO<sub>2</sub>, яка виділяється при її спалюванні. Разом з тим, солома є досить важким паливом. Вона не повністю згорає, тому обов'язково потрібно мати відповідне устаткування для її спалювання, яке має менший ККД, ніж устаткування для спалювання деревини, наприклад. Крім того, слід зважати на підвищений рівень викидів (дрібнодисперсний пил) та необхідність частих профілактичних робіт із обладнанням.

Тюкування значно зменшує об'єм соломи. Крім того тюкування дозволяє механізувати ряд операцій при складуванні та транспортуванні соломи, обслуговуванні котлів.

Згідно різних методик розрахунку балансу гумусу в сівозміні, рівень оцінки обсягів рослинної біомаси для теплових потреб згідно може коливатися від 30 до 100% загальної вартості.

При цьому слід відмітити, що у сучасних умовах із зменшенням поголів'я тварин витрати соломи на кормові цілі та підстилку також зменшувалися, а надлишок соломи спалювався на полях.

Сільськогосподарська біомаса, що використовується як паливо, має ряд особливостей, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів, що застосовуються для опалення. Найбільш важливою паливно-технологічною характеристикою біомаси, що використовують як тверде біопаливо, є її теплотворна здатність, яка залежить від багатьох чинників: генетичних особливостей енергетичних рослин, впливу навколишнього середовища, умов зберігання, вологості тощо. У таблиці 3.6 наведено середню теплотворну здатність сільськогосподарської енергетичної сировини (що раніше відносили до відходів агропромислового виробництва) при абсолютній її вологості на рівні 20%.

Спалюванню соломи в печах передують збирання, при необхідності, висушування та зберігання сировини. Важливою характеристикою даної біомаси є її щільність. Звичайно, сухі біологічні матеріали мають щільність у 3-4 рази нижчу, ніж вугілля.

**Середня теплотворна здатність енергетичної сировини**

Назва енергетичної сировини	Теплотворна здатність, МДж/кг
Солома зернових культур	10,5
Стебла кукурудзи	12,5
Гілки плодкових дерев	10,5
Стебла соняшника	12,5
Виноградна лоза	14,2

Важливим чинником якості твердого біопалива є технологія приготування біомаси до спалювання. В літературі визначено емпіричні залежності для визначення теплоти згоряння різних видів соломи.

Солому спалюють у вигляді брикетів, пресованих рулонів круглого чи тюків прямокутного перерізу, в подрібненому, брикетованому чи гранульованому вигляді. Водночас, заготівля соломи найбільш ефективно здійснюється зі застосуванням пресування в рулони або тюки. Застосування фіксації форми рулонів сіткою полегшує їх енергетичне використання.

Особливу увагу слід звертати на вибір технологій й обладнання для енергетичного використання твердої біомаси, які визначають величину капітальних витрат. Для виготовлення і використання різних видів твердого біопалива з соломи в Національному університеті біоресурсів і природокористування України спільно з профільними проектно-конструкторськими організаціями і заводами-виготовлювачами розроблені промислові технології брикетування й гранулювання соломи без додаткових в'язучих матеріалів.

Гранульоване біопаливо з біомаси – одне з найбільш придатних до автоматизованого процесу спалювання. Його зберігають у спеціальних бункерах, з яких транспортують безпосередньо до енергетичної установки. Весь процес переміщення гранул можна здійснювати без застосування ручної праці.

Солому спалюють у вигляді брикетів, пресованих рулонів круглого чи тюків прямокутного перерізу або в подрібненому вигляді.

В Україні розроблено технології збирання й переробки біомаси. В яких використовуються спеціалізовані установки з гранулювання й брикетування біомаси, зокрема соломи.

Для фермерських господарств в Національному університеті біоресурсів і природокористування України пропонують лінію гранулювання біомаси ЕСО-ВЮ-100, яка призначена для виробництва: паливних гранул з деревної тирси, подрібненої соломи, сіна та іншої біомаси для енергетичного використання; гранульованих комбікормів; а також гранул з хмелю, лікарських рослин тощо. Її технічну характеристику наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

**Характеристика лінії гранулювання біомаси**

Діаметр гранули, мм	6 або 8
Довжина гранули, мм	8-15
Насипна щільність гранул, кг/м <sup>3</sup>	600 – 750
Діаметр матриці, мм	200
Продуктивність роботи при гранулюванні, кг/год: • деревної тирси • рослинної біомаси (соломи, сіна тощо)	до 100 до 150
Потужність електричних двигунів загальна. кВт	8,85
Висота, мм	2230
Вага, кг	310

Вимоги до сировини при гранулюванні наступні: розмір подрібненої маси – 3,0-3,5 мм; вологість деревної тирси-до 12%, а тирси з соломи, сіна і т.п. – до 14%. Паливні гранули – це «зелене вугілля», яке за теплотою згорання відповідає кам'яному. Лінія ЕСО-ВЮ-100 дозволяє виробити від 2 до 5 тонн «зеленого вугілля» з одного гектару зернових або олійних культур (наприклад, з соломи ріпаку). Перед брикетуванням солому (іншу біомасу) подрібнюють. З подрібнювача січку подають до бункеру брикетувальника. В результаті отримуємо дешеве тверде біопаливо, яке має теплоту згорання 16,5-17,5 МДж/кг. Паливні брикети з соломи і гранули з біомаси ефективно замінюють дрова, кам'яне вугілля і, навіть, природний газ в побутових водогрійних котлах.

Таблиця 3.8

**Порівняльна характеристика загальних витрат  
на опалення приміщення площею 360 м<sup>3</sup>**

Вид палива	Тепло-творна здатність, МДж/кг	Вартість палива	Тип котла	ккд котла, %	Річна витрата палива при споживанні 120 ГДж	Загальні витрати за сезон, грн
Дрова	15 МДж/кг	300 грн/м <sup>3</sup>	Класичний котел	65	12,3т	8123
Брикети із соломи	16,5-17,5 МДж/кг	400 грн/т	Піролізний котел	85	8 т	3227
Гранули із деревної тирси	18-21 МДж/кг	600 грн/т	Котел-автомат	85	7,85 т	4705
Вугілля	21-28 МДж/кг	700 грн/т	Класичний котел	65	7,69 т	5384
Природний газ	36 МДж/м <sup>3</sup>	1000 грн/тис. м <sup>3</sup>	Класичний газовий котел	90	3703 тис. м <sup>3</sup>	3703

Солома є важливим ресурсом, який є реальною перспективою істотного розширення прибутковості агропромислового виробництва.

Важливим елементом сучасних технологій біоенергетики в АПК є застосування сушарок і теплогенераторів, які працюють на соломі (тюки тощо).

Собівартість сушки зерна при зниженні вологості на 5% за годину складає на соломі (вартістю 150 грн/т) 4,85 грн/т. Зауважимо, що при роботі на дизельному паливі та на природному газі собівартість сушки складає 52,00 грн/т. і 13,30 грн/т. відповідно. Використання нових біоенергетичних технологій і обладнання дозволяє реалізувати концепцію енергетичного гектару України без втручання в продовольчу сферу при виробництві твердих видів біопалива. Два врожаї з одного поля – це цивілізована енергетична політика агропромисловців на сучасному етапі розвитку суспільства.

**Розрахунок собівартості твердого біопалива  
при використанні власної соломи**

Статті витрат, грн.	Потужність пілотного аграрно-енергетичного комплексу – по 3000т/рік паливних брикетів і гранул	
	брикети	гранули
На 1 тонну твердого палива:		
Солома по її вартості	150	150
Витрати по оплаті праці з нарахуваннями	32	32
Електроенергія	56	68
Амортизація	30	37
Загальногосподарські витрати (10%)	20	22
Витрати на 1 тонну біопалива, всього	288	309
Вартість 1 тонни біопалива, грн	450	650

При спорудженні сучасних теплотехнічних установок в сільській місцевості для здійснення оцінки комплексної ефективності використання соломи як біопалива обов'язково необхідно проводити економічний та екологічний аналіз кожного проекту.

При обґрунтуванні використання рослинної біомаси, теплоту згорання соломи доцільно визначати з урахуванням вагомості обсягів соломи конкретного виду.

Хімічний склад золи соломи характеризується високим вмістом калію, що зумовлює утворення легкоплавкого шлаку. Високий вміст хлору, який спостерігається в соломі ячменю, вівса та ріпаку, при неналежній організації експлуатації котлів може призводити до корозії. Але ці властивості соломи не є істотною перешкодою для її спалювання у правильно сконструйованому котлі. Для забезпечення належного спалювання вологість соломи має становити не більше 20-25 %, оптимальне значення – 15 %. Теплотворна здатність соломи злакових культур з оптимальною вологістю складає 13,6 – 15,6 МДж/кг, що в 2 рази менше, ніж у вугілля. У середньому 3 т

соломи за своєю теплотворною здатності здатні замінити 1000 м<sup>3</sup> природного газу. Проте на практиці застосування соломи як палива отримати розрахунковий рівень теплоти згоряння, як правило не вдається, що зумовлено втратою летких сполук з димовими газами. Умови спалювання соломи визначають коефіцієнтом корисної дії, який для існуючих вітчизняних топків котлів і теплогенераторів становить від 0,75 до 0,84 відн.од. З урахуванням цього кількість тепла, отриманого при спалюванні соломи, буде меншою орієнтовно у 2 рази, ніж при спалюванні кам'яного вугілля та у 3 рази, ніж при спалюванні природного газу.

Найбільш доцільним є заготівля соломи, ущільненої в рулони, оскільки ця технологія забезпечує швидке вилучення соломи із поля та реалізується за допомогою нескладних технічних засобів.

Зазвичай у котлах спалюють тюковану солому. У країнах Західної Європи її пресують у малі, середні та великі тюки циліндричної та прямокутної форми. Малі тюки розміром 46x36 см та довжиною до 1,3 м були найбільш поширеним видом тюків для малих котлів протягом багатьох років. Вага таких тюків – л 12-20 кг, що дозволяє переміщувати їх вручну. Середні циліндричні тюки діаметром 1,2-1,5 м, шириною 1,2-1,5 м та масою 200-300 кг широко використовуються в фермерських котлах нарівні з прямокутними тюками середнього розміру – 0,8x0,8x1,7 м. Великі тюки 1,2x1,3x2,4 м, масою 450 кг можуть використовуватися у великих котельнях централізованого теплопостачання.

В Україні для заготівлі пресованої соломи застосовують здебільшого причіпні преспідбирачі рулонного типу, що виробляються вітчизняними підприємствами та імпортуються із Білорусії. Преспідбирачі з формуванням круглих тюків характеризуються високою продуктивністю. Круглі тюки підходять для спалювання у великих котлах, але для їх завантаження у топку потрібен автонавантажувач з подовженими вилами.

У малих котлах зручніше використовувати малі прямокутні тюки, які можна завантажувати в топку вручну. Для заготівлі малих прямокутних тюків можна застосовувати наявні у господарствах преспідбирачі ППЛ-1,6 різних модифікацій та сучасні преспідбирачі ПТ-165 «Бобруйськагромаш». Після формування тюків їх навантажують на транспортні засоби та доставляють до місць зберігання. Тюки соломи, що використовуються як паливо, можуть

зберігатися у штабелях на відкритому повітрі, але краще під навісами або у закритих приміщеннях. У разі зберігання на відкритому повітрі існує ризик, що деяка частина соломи замокне і стане непридатною для спалювання.

Поки солома лежить у полі у валках, її ціна досить низька. Поблизу великих промислових центрів високі ціни та попит формуються через активне використання соломи для вирощування грибів [4.4].

Реалізація технологічного процесу спалювання соломи потребує технологічного забезпечення, частина якого в даний час наявна в господарствах (трактори, навантажувачі), а частина потребує придбання.

Україна виробляє теплогенератори з повітряним теплоносієм для спалювання соломи, які можна агрегувати з сушарками та використовувати для опалення теплиць й виробничих приміщень (теплогенератори типу ТГС виробництва ВАТ «Бриг» Миколаївської області), водонагрівальні котли для обігріву виробничих приміщень та соціально-культурних об'єктів (котли типу RAU виробництва ВАТ «Південтеплоенергомаш» Рівненської області), котли-теплогенератори для спалювання відходів деревообробки (теплогенератори типу ТГУ виробництва АТ «Макагротех» Київської області та типу «Дракон» виробництва ТОВ «Українські технологічні системи» Тернопільської області).

За даними Мінагрополітики придбання комплексу машин для збирання, складування та підготовки для спалювання соломи обійдеться у більш як 1 млн грн. (2009 р.). Різні варіації подібних енергетичних комплексів застосовуються у комунальних підприємствах європейських країн. Середня собівартість брикетів з соломи становить 200-280 грн/т, що набагато нижче за собівартість вугілля і дозволяє зменшити витрати на паливо у 2,5-3 рази. Така економія на паливі може забезпечити окупність капіталовкладень на придбанні котлів при розрахунковому терміні служби до 10 років, а сам котел окупиться приблизно через 2 роки.

Стримуючими ж факторами енергетичного використання соломи є поки що недостатньо сформована екологічна та біоенергетична політика, відсутність екологічних та економічних стимулів, недостатність фінансових ресурсів та відсутність інвестицій, недостатність інформації, нерозвиненість технології та недостатню кількість обладнання для використання соломи.

Іншим напрямом використання рослинної біомаси як енергоносія є спалювання її в ущільненому стані у вигляді гранул чи брикетів, що робить процес спалювання більш повільним (у 5-6 разів порівняно з подрібненою масою) та контрольованим щодо емісії летких сполук та димових газів в атмосферу.

Додаткові капіталовкладення необхідні для придбання обладнання для брикетування соломи, прес-підбирачі та перевізники рулонів, а також обладнання для спалювання соломи (котли та теплогенератори).

За оцінками ряду науковців, при річному об'ємі спалювання соломи в 30 млн т загальна кількість вивільненого природного газу складе 10,9 млрд м<sup>3</sup>. У таких умовах додаткові капіталовкладення на підготовку та спалювання соломи становитимуть 14,6 млрд грн., а термін окупності від 1,2 до 1,3 років.

У ННЦ «Інститут механізації і електрифікації сільського господарства» НААН проводиться відпрацювання системи опалення адміністративних корпусів на базі рулонів і тюків соломи [28].

Таблиця 3.10

**Розрахункова річна економія витрат порівняно із системою опалення на природному газі**

Витрати на заготівлю соломи та оплату природного газу			
Параметри	Од.виміру	Значення	
Витрати на підбір та ущільнення соломи у рулони	Грн./т	27,53	
Витрати на перевезення соломи та рулонів на край поля	Грн./т	17,05	
Доцільність перевезення рулонів до місця скиртування	км	27	
Витрати на перевезення рулонів	Грн./т	249,97	Вартість газу
Витрати на скиртування рулонів	Грн./т	14,77	Грн./тис.м <sup>3</sup>
Витрати на заготівлю соломи та вартість природного газу	Грн./т	336,31	2610,78
Вартість соломи та природного газу у перерахунку на тепло	Грн./ГДж	29	82,50

Оцінка економічної ефективності використання соломи на теплові потреби			
Теплоносій	-	Солома	Газ
Витрати на виробництво тепла	Грн./ГДж	23,51	11,30
Собівартість виробництва тепла	Грн./ГДж	52,51	93,81
Ефективність виробництва тепла із соломи	Грн./ГДж	41,30	
Додаткові питомі капіталовкладення у спалювання соломи	Грн./ГДж	82,12	
Термін окупності обладнання для спалювання соломи	років	1,99	
Річна теплопродуктивність	ГДж	9685,14	
Річний економічний ефект	Тис.грн.	400	

Дослідне господарство інституту у повній мірі здатне забезпечити соломою роботу котла (близько 1 тис. т). Розрахункова річна економія витрат порівняно із системою опалення на природному газі, за економії газу в обсязі 300 тис.м<sup>3</sup> за опалювальний сезон, становить 400-500 тис.грн, а термін окупності не перевищує 2 роки (табл. 3.10).

Розрахунок ефективності використання соломи проведено за наступними варіантами. *Перший* – солома використовується як підстилка для тварин та відповідно для виробництва гною як добрива. Із 1 т соломи на глибокій підстилці можна одержати 8 т гною.

*Другий* – подрібнена солома після збирання зернових залишається на полі як органічне добриво.

*Третій* – солома використовується як паливо.

Ефективність використання соломи для виробництва гною при безпосередньому внесенні в ґрунт визначали в еквіваленті до вартості мінеральних добрив, а при спалюванні для одержання тепла – в еквіваленті до вартості природного газу. Отже, використання 1 т соломи забезпечує дотримання санітарних норм у тваринницьких приміщеннях і виробництво 8 т гною, в якому міститься 108 кг діючої речовини добрив та забезпечується економія в сумі 464 грн порівняно із витратами при використанні мінеральних

добрив. Внесення 1 т соломи безпосередньо в ґрунт дає 91 грн економії, а при спалюванні для одержання тепла – 448 грн.

Таким «чином, ефективнішим є використання соломи для виробництва гною і тепла, а менш ефективним – безпосереднє внесення в ґрунт, хоч воно й забезпечує певну економію витрат порівняно із застосуванням мінеральних добрив.

В літературі також наведені обсяги виробництва соломи зернових колосових і зернобобових культур, а також стебел кукурудзи, сої, соняшнику та ріпаку. З урахуванням існуючого поголів'я тварин та його приросту визначено максимальну кількість соломи для глибокої підстилки – 19 млн т у 2012 р. та 35-у 2020 р. Це дає можливість виробити відповідно 152 і 280 млн т гною, або з розрахунку на 1 га ріллі відповідно 4,8 і 8,8 т. Визначено також потребу соломи для годівлі тварин, втрати при збиранні, використання для безпосереднього внесення в ґрунт, а також для одержання тепла. Науковці виходять з того, що найвигідніше вирощувати на заражених землях просо. Ця культура, на відміну від ріпаку, стійка до хвороб, не потребує ні значних фінансових затрат, ні великої кількості працівників для його вирощування. Як саме перероблятиметься просо, чи шляхом спалювання безпосередньо в зоні відчуження, чи шляхом виготовлення паливних пілетів чи брикетів з проса для спалювання за межами Чорнобильської зони, поки невідомо. При цьому, директор інституту сільськогосподарської радіології Національного університету біоресурсів і природокористування Валерій Кашпаров застерігає, що лише в Україні існують норми з безпеки палива на вміст стронцію і вони надзвичайно жорсткі. Тому витримати ці нормативи і продавати біомасу для спалювання за межами Чорнобильської зони майже неможливо. Тож рентабельність цього проекту під сумнівом, каже Кашпаров.

Комерційного ефекту можна досягти, лише побудувавши на території зони відчуження міні-електростанцію. Там спалюватиметься ця біомаса, а електроенергія, що вироблятиметься у результаті горіння, частково може використовуватися на енергозабезпечення структур на території Чорнобильської зони, та продаватися у загальну електромережу на умовах «зеленого тарифу».

Натомість координатор енергетичних програм Національного екологічного центру України Артур Денисенко категорично проти подібних комерційних проектів у Чорнобильській зоні. «Будь-яке спалювання там шкідливе. Нічого, ніякі фільтри не захистять від попадання в атмосферу радіонуклідів. Це небезпечно для довкілля».

Такий чином, постійний радіологічний контроль зменшуватиме комерційний ефект від виробництва біопалива у Чорнобильській зоні.

Український уряд не проти виробництва біомаси у Чорнобильській зоні, однак коштів з держбюджету на це, імовірно, не дасть. Дозвіл на комерційне виробництво в зоні може дати Міністерство з надзвичайних ситуацій.

## ВИСНОВКИ

1. Директива 2009/28/ЄС визначає спільні рамки для заохочення до видобутку енергії з відновлюваних джерел та передбачає обов'язкові національні цілі для частки енергії, що видобувається з відновлюваних джерел у сукупному кінцевому споживанні енергії, а також частки енергії, що видобувається з відновлюваних джерел для споживання енергії у транспортному секторі.

Документом запроваджуються правила щодо статистичних трансфертів між державами-членами, спільних проектів між останніми та з третіми країнами, гарантій походження, адміністративних процедур, інформації, підготовки кадрів та доступу до електромережі для енергії, що була видобута з відновлюваних джерел. Також визначаються критерії стабільності для біопалива та біопаливних рідин – вимоги, які стосуються усіх наслідків, пов'язаних з використанням біологічних джерел енергії (шкідливих викидів, зміни використання земельних ресурсів, охорони навколишнього середовища та вирішення соціальних проблем).

2. Приписи Директиви поширюються на підприємства всього ланцюга з виробництва, переробки та постачання та на операторів установок. Ці заходи матимуть суттєвий вплив на ринки біопалива в ЄС та торкнуться як місцевих, так і зарубіжних учасників ринку. Враховуючи ситуацію на зовнішньому ринку олійних культур, освоєння і практичне здійснення сертифікації вітчизняної сировини для переробки на біопаливо згідно Директиви 2009/28/ЄС є надзвичайно актуальним. Найбільш спрощеною щодо подання необхідної підтверджуючої інформації можна вважати процедуру впровадження системи сертифікації в Україні через укладання з ЄС, або окремими країнами-членами двосторонніх угод, які містили б положення про критерії стабільності Директиви 2009/28/ЄС.

3. Протягом останнього десятиріччя ціни на нафту підвищилися утричі як за рахунок збільшення попиту на сировину, так і через політичні події в нафтових країнах Північної Африки та Близького Сходу. Зберігається чітка тенденція до зростання цін на нафту, що обумовлює актуальність подальшого розвитку сектору біоенергетики.

Форма біомаси для використання її як біопалива може бути досить різноманітною, Біомасу в енергетичних цілях можна використовувати у процесі безпосереднього спалювання деревини, соломи, а також у переробленому вигляді як рідкі (ефіри ріпакової олії, спирти) або газоподібні (біогаз – газова суміш, основним компонентом якої є метан) палива. Конверсія біомаси у носії енергії може відбуватися фізичними, хімічними та біологічними методами.

4. Нині використання біомаси для вироблення енергії становить близько половини всіх відновлюваних джерел енергії у світі, а у Європі сягає 70%. При цьому, Європейська ініціатива «20-20-20» передбачає, що до 2020 р. країни-члени ЄС мають виробляти не менше п'ятої частини своєї енергії із відновлюваних джерел, тобто країни ЄС мають скоротити викиди парникових газів на 20%, довести до 20% частку енергії, отриманої із відновлюваних джерел та на 20% підвищити енергоефективність. Крім того, до 2020 р. не менше 10% громадського транспорту має працювати на біодизелі. Прогнозується, що інвестиції тільки у ринок вирощування енергетичних рослин зросте до 2020 р. до 25 млрд. доларів США.

5. Узагальнюючи досвід біопаливної політики в зарубіжних країнах можна зробити висновок, що вирішальними для запровадження біопалива стали наступні фактори: безпечне постачання сировинних ресурсів; наявність активних учасників ринку та груп, які лобіювали початок діяльності у біопаливній галузі; компенсація для заповнення фінансового розриву між біопаливом та викопними паливами (повернення до 30 % коштів, вкладених у будівництво біодизельного заводу; звільнення від паливного податку на доданий біодизель у суміш палива; наявність системи квотування обсягів біодизеля, що субсидується (по країнах ЄС)); наявність ринку кінцевого споживання чистого біопалива або сумішей з біопаливом.

6. Хоча протягом останніх 10 років в Україні було розроблено і прийнято ряд законодавчо-нормативних актів, програм та стратегій, що спрямовувалися на стимулювання розвитку відновлювальних джерел енергії, однак даний сектор в Україні за західно-європейськими мірками розвинений недостатньо. Частка відновлюваної енергії в загальному енергоспоживанні становить приблизно 3%. Більшість програм не були виконані в повному обсязі через недостатньо чітко визначені джерела фінансування та недоліки відповідної законодавчої бази.

7. З метою удосконалення законодавчого регулювання та активізації ринку біологічних палив у травні 2011 р. Верховною Радою України у першому читанні розглянуто Проект Закону «Про розвиток виробництва та споживання біологічних палив», який був розроблений та доопрацьований на виконання Постанови Верховної Ради України № 3069-VI від 01.03.2011 р. Пріоритетним завданням даного законопроекту є стимулювання за допомогою державних важелів виробництва біопалива, переробки та використання кінцевим споживачем, а також структурування ринку біопалив та створення прозорого механізму виробництва та споживання біопалив.

8. Ринок енергетичних культур, як сировинних ресурсів для виробництва біопалива перебуває у стадії динамічного перетворення. Інституційна і матеріальна база для цього активно готується державними і недержавними (комерційними та громадськими) структурами України.

Для України основними видами рослинної сировини, які можуть розглядатися як сировина для виробництва біоетанолу є пшениця, жито, ячмінь, кукурудза, цукровий буряк, для виробництва біодизеля – насіння ріпаку. В зв'язку з цим виникає питання скільки, в якій пропорції, доцільно задіяти вказані культури для виробництва біопалива та розміру площі, яку слід відвести під кожен з культур в цілях переробки на біопаливо.

Розрахунки щодо доцільності виробництва різних видів біопалива важливо доповнювати аналізом стану вітчизняного ринку щодо рівня задоволення першочергових продовольчих потреб країни. При аналізі можливостей розвитку біопаливної галузі в промислових масштабах необхідно розраховувати собівартість біологічних видів палива, виходячи не з рівня собівартості вирощування сировини, а за ринковою ціною, тобто ціною за якою переробні підприємства в змозі придбати необхідну кількість сировини.

9. В різних країнах світу набуває поширення використання соломи та рослинних решток на енергетичні потреби. В країнах Центральної Європи щорічно на енергетичні потреби використовується від 5 до 20 % соломи. Враховуючи зростання вартості видобувних видів палива та залежність України від їх імпорту, використання частини побічної продукції рослинництва на енергетичні потреби є перспективним.

При цьому для виробництва енергії в Україні може бути використано 7-10 млн тонн соломи, що еквівалентно 3,5-5 млн тонн умовного палива. Цієї кількості достатньо для заміщення кам'яного вугілля на суму понад 2,5 млрд грн або більш як на 3 млрд грн природного газу. Нині експлуатується близько 20 теплогенераторів, які працюють на соломі та відходах деревини. Інтерес до альтернативних видів палива щорічно зростає і зараз в роботі знаходиться більше 10 проектів по можливостям використання соломи.

В Україні нині формуються передумови для виробництва біогазу. Біогазовий потенціал виробництва біогазу складає наразі біля 4-8% від нинішнього виробництва електроенергії в Україні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Директива Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 р. про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлювальних джерел та якою вносяться зміни до, а в подальшому скасовуються Директиви 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС
2. Закон «Про альтернативні джерела енергії» №5 55-IV від 20.02. 2003 р. // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
3. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення «зеленого» тарифу» від 25.09.2008 р. №601-VI. [Електронний ресурс] / Режим доступу до документу : <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=601-17>
4. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії» від 01.04.2009 р. №1220-VI. [Електронний ресурс] / Режим доступу до документу : [zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1220-17](http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1220-17)
5. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива» від 21.05.2009 р. №1391-VI / Голос України від 19.06.2009 р.-№112// [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
6. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо стимулювання виробництва бензинів моторних сумішевих» № 3502- IV від 23.02.2006 р.// [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
7. Закон України «Про державне регулювання виробництва і обігу спирту етилового, коньячного і плодового, алкогольних напоїв та тютюнових виробів» № 481/95-ВР від 19.12.1995 р.// [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
8. Закон України «Про Єдиний митний тариф» № 2097-XII від 05.02.1992р.// [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
9. 10.Закон України«Про Митний тариф України»№2371-III від 05.04.2001р.// [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
10. Закон України «Про ставки акцизного збору на спирт етиловий та алкогольні напої» № 178/96-ВР від 07.05.1996 р.// [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
11. Наказ Міністерства аграрної політики України «Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у

Державному бюджеті України на програму розвитку виробництва біодизеля» №398/620 від 10.11. 2003 р.// [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)

12. Постанова Кабінету Міністрів України від 27 грудня 2008 р. № 1125 «Про використання цукру, виробленого з цукру-сирцю з тростини, що ввезений в Україну в межах встановленої тарифної квоти»//<http://zakonl.rada.gov.ua>

13. Постанова Кабінету Міністрів України від 3 лютого 2010р. № 96 «Про державне регулювання виробництва цукру та цукрових буряків у період з 1 вересня 2010 р. до 1 вересня 2011 р.»// Офіційний вісник України від 15 лютого 2010 р., №8.

14. Про затвердження переліків підприємств з усіма стадіями технологічного процесу з виготовлення нафтопродуктів, що мають право виробляти бензини моторні сумішеві із вмістом етил-трет-бутилового ефіру або з добавками на основі біоетанолу, та державних спиртових заводів, що мають право на виробництво : Постанова Кабінету Міністрів України від від 5 грудня 2007 р. № 1375 / Урядовий кур'єр.– 19.12.2007. – №238.

15. Постанова Кабінету Міністрів України №1774 від 22.12.2006 р. «Про затвердження Програми розвитку виробництва дизельного біопалива» // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)

16. Наказ Міністерства аграрної політики України та Міністерства фінансів України «Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у Державному бюджеті України на 2004 рік, на впровадження енергозберігаючих технологій в агропромисловому комплексі» від 30,03.2004 р. №110/232 // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)

17. Постанова ВРУ Про Національну енергетичну програму України до 2010 року від 15.05.1996 р. № 191/96-ВР // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)

18. Постанова Кабінету Міністрів України №695 від 18.05.2006 р. «Про затвердження Порядку надання пільгових кредитів для реалізації інвестиційних проектів впровадження енергозберігаючих технологій та технологій з виробництва альтернативних джерел палива» // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)

19. Постанова Кабінету Міністрів України від 12 листопада 2008 р. №1002 «Про затвердження Порядку розподілу тарифної квоти на ввезення в Україну цукру-сирцю з тростини» //<http://zakonl.rada.gov.ua>

20. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження програми «Етанол» № 1044 від 04.07.2000 р. // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
21. Постанова Кабінету Міністрів України від 5.10.2004 р. № 1307 «Про порядок видачі свідоцтва про належність палива до альтернативного» від 5.10.2004 р. № 1307 // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
22. Проект Закону України «Про внесення змін до статті 5 Декрету Кабінету Міністрів України «Про акцизний збір» (щодо пального для сільськогосподаровиробників)» від 06.09.2005 р. №8088 // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
23. Проект Закону «Про розвиток виробництва та споживання біологічного палива» № 3158 від 22.03.2007 р. // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
24. Проект Закону «Про розвиток виробництва та споживання біологічних палив» № 3069-VI від 01.03.2011 р. // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
25. Програма розвитку спиртової галузі на 2007-2011 роки : Наказ Міністерства аграрної політики від 16 жовтня 2007 р. №738 I I [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua)
26. Аналітична записка. «Про стан використання біодизеля та біоетанолу у світі та в Україні» [http://www.cdie.gov.ua/N\\_AER/?mod=index&id=104](http://www.cdie.gov.ua/N_AER/?mod=index&id=104)
27. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / за редакцією М.В. Зубця., П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова . – К.: ННЦІАЕ, 2011. – 1000 с.]
28. Біогаз та «зелені тарифи» в Україні – чи вигідне інвестування? [Електронний ресурс] / А. Кузнецова, К. Куценко // Інститут економічних досліджень та політичних консультацій; Німецько-український аграрний діалог. – 2010. – Режим доступу : [http://ieipr.org/ieipr/papers/agpp26\\_ur.pdf](http://ieipr.org/ieipr/papers/agpp26_ur.pdf).
29. Гойсюк Л.В. Економічна ефективність виробництва сировини для переробки на біопаливо// Економіка АПК. – № 6. – 2010. – С. 46.
30. Економіко-організаційні засади виробництва біопалива як напрям оптимального вирішення енергетичних та продовольчих проблем в Україні / [Шпичак О.М., Стасіневич С.А., Куць Т.В.]; за ред. академіка НААНУ О.М. Шпичака. – К.: ЗАТ «Нічлава», 2011. – 410 с.
31. Експортний потенціал України щодо біотехнологічних кормових та біопаливних культур: застосовуючи досвід Бразилії та Аргентини/ <http://www.agribusiness.kiev.ua/uk/press/1308919466/>
32. Єрмоменко А., Кітура А. Кіотський протокол: стимул чи обмежувач?// Дзеркало тижня. – №28. – 2011 р.

33. Жовнір М., Олійник Є., Чаплигін С. Солома обігріє села. [http://www.biomass.kiev.ua/Assets/files/07Strawwill\\_heat\\_villages.pdf](http://www.biomass.kiev.ua/Assets/files/07Strawwill_heat_villages.pdf)
34. Іванюк О.В. Економічна оцінка виробництва біопалива з відходів лісового господарства// Економіка АПК. – № 1. – 2010. – С. 40.
35. Калетник Г. М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія / Калетник Г. М. – К.:Хай-Тек Прес, 2010.-516 с
36. Кириленко І.Г., Дем'янчук В.В., Андрющенко Б.В. Формування ринку українського біопалива: передумови, перспективи, стратегія // Економіка АПК. – № 4. – 2010. – С. 62.
37. Кухар В., Кузьмінський Є. Біоенергетика – вибір майбутнього «Дзеркало тижня» №27, і 6 Липня 2005 р.
38. Куць Т. В. Економічний аналіз пріоритетності у виборі сировини для виробництва біодизеля в Україні / Т.В. Куць // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Серія «Економіка, аграрний менеджмент та бізнес» [редкол.: Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін.]. – К., 2010. – Вип. 154. -Ч. 1.-378 с.; С. 212-217.
39. Куць Т.В. Конкурентоспроможність виробництва насіння ріпаку та продуктів його переробки в Україні / Т.В. Куць // Науковий вісник
40. Національного університету біоресурсів і природокористування України / Серія «Економіка, аграрний менеджмент та бізнес» [редкол.: Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін.]. – К., 2011. – Вип. 163. -Ч. 2.
41. Куць Т.В. Особливості формування цін на ринку олійних культур // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Серія «Економіка, аграрний менеджмент та бізнес» [редкол. : Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін.].К.,2011.-Вип. 168. – Ч. 2. – 375 с.; С.78-85.
42. Майсснер Ф., Укердт Ф. Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні: потенціал, перешкоди і рекомендації щодо економічної політики, 2010
43. Малік М.Й., Хвесик М.А. Сталий розвиток сільських територій на засадах регіонального природокористування та екологічно безпечного агропромислового виробництва// Економіка АПК. – № 5. – 2010. – С. 3.
44. Матеріал доповіді директора ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» академіка Гукова Я.С.,

та співдоповіді директора ННЦ «Інститут землеробства УААН» академіка Сайка В.Ф, на тему: «Наукові аспекти ефективного використання соломи та рослинних решток», 28 січня 2009 р. на засіданні Президії УААН з питання «Про наукові аспекти ефективного використання соломи та рослинних решток», <http://www.uaan.gov.ua/news.php?id=327>

45. Месель-Веселяк В.Я. Формування самозабезпечуючих енергетичних систем у сільському господарстві// Економіка АПК. – № 12. – 2010. С. 31.

46. Методичні пропозиції щодо визначення' системи порогів економічної доцільності переробки зернових та технічних культур на біоетанол та біодизель/[за ред. академіка НААН України О.М.Шпичака]. – К.:ЗАТ «Нічлава», 2011. – 27 с.

47. Наддержава з виробництва етилового спирту, Пропозиція № 1, 2011р. с.42-46

48. Назаренко А.В. Біопаливний потенціал України на світовому ринку сільськогосподарської продукції // Економіка АПК. – № 1. – 2010. – С. 72.

49. Оверченко Б. Перспективи та проблеми виробництва біодизелю в Україні/ Пропозиція №3, 2009, с. 110-115

50. Оларь Н.Г. Попит і пропозиція на ринку основних олієвмісних культур, що використовуються для виробництва біодизеля //Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Серія «Економіка, аграрний менеджмент та бізнес» [редкол. : Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін.]. К., 2011. – Вип. 168. – Ч. 2. – 375 с.; С.90-95.

51. Стасіневич С.А. Біоетанол і екологія: позитивні та негативні сторони взаємозв'язку,// Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Серія «Економіка, аграрний менеджмент та бізнес» [редкол. : Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін.]. – К., 2011. – Вип. 163. – С.253-258.

52. Стасіневич С.А. Паливний етанол – селу і державі //Інноваційні напрямки розвитку дорадництва: колективна монографія за матеріалами Міжнародного Круглого столу 4 лютого 2011 р. в рамках Міжнародної виставки «Інтер АГРО 2011». – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2011 – 280 с., с.206-210.

53. Топливный этанол: мировое производство // Сахар, № 1, 2008. – С.13- 16

54. Українець А., Хомічак Л., Шиян П. Спиртова галузь України на шляху до інноваційного розвитку/[Електронний ресурс]

55. Ходаківська О.В, Енергетичний підхід до розв'язання проблем екологобезпечного землекористування // Економіка АПК.-№ 11. – 2010.– С. 18.

56. Шпичак О.М. Економіко-організаційні проблеми якості сільськогосподарської продукції та продовольства // Економіка АПК. – № 11 (193). – 2010. – С. 51-59.

57. Шпичак О.М. Економічні механізми державного регулювання ринків сільськогосподарської продукції та їх проблеми / Шпичак О.М. // Економіка АПК. – 2011. -№ 2. – С.150-155.

58. Шпичак О.М. Економічні проблеми виробництва біопалива в контексті продовольчої безпеки України/НАУ Міжнародна конференція присвячена 110-річчю НАУ «Біоресурси планети: соціальні, біологічні, продовольчі та енергетичні проблеми», Київ, 2008 р., 325 с., с.92-97

59. Шпичак О.М., Стасіневич С.А., Варченко О.М. Проблеми цін при заготівлі цукрових буряків // Агроінком. – 2005. – № 5-6, с. 2-9.

60. Шпичак О.М. Економічні проблеми виробництва біопалива та продовольча безпека України / О.М. Шпичак // Економіка АПК. – 2009. – №8. – С. 11-19.

61. Шпичак О.М. Проблеми сталого розвитку та забезпечення продовольчої і енергетичної безпеки АПК України / О.М. Шпичак //Вісник Білоцерківського державного аграрного університету – С.5-15.

62. Шпичак О.М. Проблеми продовольчої безпеки та біопаливо/ Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Редкол.: Д.О.Мельничук (відп. ред.) та ін.-К., 2009. – Вип. 141. – 404 с., с. 18-26

63. Шпичак О.М., Заєць О.П. Виробництво абсолютованого спирту (ДП «Наумівський спиртовий завод») Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Редкол.: Д.О.Мельничук (відп. ред.) та ін. – К., 2009. – Вип. 141. – 404 с.

64. Шпичак О.М. Якість і ціна сільськогосподарської продукції / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України / Редкол.: Д.О.Мельничук (відп. ред.) та ін. / Серія Економіка, аграрний менеджмент та бізнес». – К.: ВЦ НУБПУ, 2010. -Вип. 154.-Частина 1.-С. 11-19.

Наукове видання

# Розвиток та застосування різних видів біоенергетики

МОНОГРАФІЯ

Авторський колектив:

д.е.н., доцент *Талавиця М.П.*, к.е.н., доцент кафедри організації агробізнесу  
*Барановська О.Д.*, здобувач НУБіП України,  
провідний фахівець НДІ економіки та менеджменту АПВ *Добрівська М.В.*,  
здобувач НУБіП України, провідний фахівець НДІ економіки  
та менеджменту АПВ *Жовнодій А.В.*,  
к.е.н. професор *Клименко А.М.*,  
к.е.н. професор *Жебка В.В.*,  
здобувач НУБіП України *Алехнович В.С.*,  
здобувач НУБіП України *Боголюк Д.О.*

---

Підписано до друку 23.11.2012 р. Формат 60x84/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman Ум. др. арк. 10,46. Обл. вид. арк. 9,07  
Тираж 300 прим. Зам. № 573

---

Видавець ПП Лисенко М.М.  
16600, м. Ніжин Чернігівської області,  
вул. Шевченка, 20. Тел.: (067) 4412124  
***E-mail: milanik@land.ru***

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції  
серія ДК № 2776 від 26.02.2007 р.