

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Агротехнологій та екології

Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти магістр

на тему: **«Оцінка біоенергетичного потенціалу Полтавської області»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Агроекологія»

спеціальності 101 Екологія
ступеня вищої освіти магістр
групи 101 Екол_мд_11

Ярош Олександр Віталійович

Керівник: Тараненко А.О, к.с.-г.н., доцент

Полтава – 2021 року

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНА ЧАСТИНА

1.1. Огляд літератури

Для більш глибокого розкриття змісту досліджуваного поняття важливим є визначення категорій «біоенергетика» та «потенціал». Дослідниками різних галузей наук поняття «біоенергетика» трактується по-різному. Так, в екологічному значенні біоенергетика розуміється як використання енергії біомаси (органіки, яка утворюється за рахунок фотосинтезу) [4]. Дубініна М. В. пропонує розглядати біоенергетику як нову галузь економіки, яка пов'язує вирішення проблем отримання палива з біомаси та охорони навколишнього середовища [6, С.32]. В технічному значенні біоенергетика розглядається як галузь енергетики, яка базується на виробництві джерел енергії з біомаси за рахунок її технічної переробки.

Варто зазначити, що поняття «потенціал» є широко досліджуваним науковцями багатьох галузей наук. Дана категорія є похідною від лат. "potentia" – означає силу та міць. У тлумачному словнику сучасної української мови «потенціал» трактується як запас будь-чого, резерв, приховані здатності, сили для будь-якої діяльності, що можуть проявитися за певних умов [2, с.902]. У словнику іншомовних слів поняття «потенціал» розглядається як сукупність усіх наявних засобів, можливостей, продуктивних сил і т. ін., що можуть бути використані в якій-небудь галузі, ділянці, сфері [5, с.156]. В «Економічній енциклопедії» трактування даного поняття розкривається через наявність у економічного суб'єкта ресурсів, їхньої оптимальної структури та вміння раціонально використати їх для досягнення поставленої мети [33, с.106].

Дані трактування є досить загальними і не розкривають повною мірою сутності категорії «біоенергетичний потенціал». Таким чином, зважаючи на складність та багатогранність трактувань даного терміну, досить важливим етапом дослідження є систематизація підходів науковців відносно даної проблематики. Так, в 80-х роках науковцями було проведено дослідження щодо класифікаційних ознак поняття «потенціал». Результати досліджень

показали, що в 42 % випадків поняття «потенціал» асоціюють з сукупністю природних умов та ресурсів, можливостей, запасів, засобів, цінностей; у 18 % з потужністю виробництва, фондів, ресурсів; в 16 % – з ресурсною, економічною, природною характеристикою; у 8 % – з можливістю виробничих сил досягти певного ефекту [17, с. 7].

В сучасній економічній науці поняття «потенціал» розглядається з ресурсної, структурної та результативної точки зору. Аналіз наукових публікацій [12, 13, 11] дає змогу зробити висновок, що прихильники ресурсного підходу прирівнюють поняття «потенціал» до «ресурсів». Лукашов Г. А. вважає, що поняття енергетичного потенціалу доцільно розглядати як сукупність природних ресурсів і факторів природного середовища території, що можуть бути використані в господарстві з врахуванням досягнень науково-технічного прогресу з метою отримання енергії, а також механізми їх залучання в господарчий обіг в сучасний час та в перспективі для досягнення поставлених цілей [10, с. 347]. Прихильниками ресурсного підходу потенціал розглядається як сукупність ресурсів, що є необхідними для розвитку та функціонування системи.

Недоліком даного підходу можна вважати неврахування можливих взаємозв'язків ресурсів, що виникають безпосередньо в самій системі. Лише фактична наявність ресурсів не дає суб'єктові потенційних можливостей для досягнення цілей. Однак слід наголосити на тому, що відносно визначення «біоенергетичного потенціалу» переважає ресурсний підхід. Ряд науковців біоенергетичний потенціал ототожнюють з потенціалом біомаси. Однак, біоенергетичними ресурсами є біомаса, яка, відповідно до Закону України «Про альтернативні види палива», являється біологічно відновлювальною речовиною 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 [19, с 107].

В ЄС біомаса розглядається як біодеградовані фракції продуктів, відходів та залишків сільського господарства (рослинних і тваринних), лісового господарства та близьких до них галузей промисловості (вуглецевмістких органічних речовин рослинного і тваринного походження: деревина, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, гній тощо) [29, с. 3]. Біомаса належить до потужних за об'ємами, різноманітних за призначенням і використанню технологій відновлюваних джерел енергії. Слід зазначити, що види біомаси відрізняються між собою як за хімічними, так і за фізичними характеристиками, мають широкий спектр застосування, який визначається різноманітністю видів палива, що з неї отримують. Джерелом біомаси можуть бути сільськогосподарські культури, які мають високу теплотворну здатність, багаторічні рослини, а також сільськогосподарські та лісогосподарські відходи. В науковій літературі визначають чотири типи біомаси (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Типи біомаси

Основний тип	Підтип	Приклад
Лісова біомаса	Первинні лісо продукти	Стовбурова деревина
	Первинні лісові відходи	Залишки від лісопромислової діяльності (тріска, гілки, пні та ін.)
	Вторинні лісові відходи	Залишки після лісообробної діяльності (тирса, кора та ін.)
Енергетичні культури	Маслянисті, цукро- та крохмалевмісні	Рапс, соняшник, кукурудза та зернові культури
	Енергетичні трави	Міскантус, просо, цукрова тростина
	Швидкоростучі рослини	Верба, тополя
Сільськогосподарські залишки	Первинні відходи сільського господарства	Солома різних видів аграрних культур
	Вторинні відходи сільського господарства	Залишки від промислового обробітку аграрних культур (лушпиння, жом)
	Гній	ВРХ, свиней, птиці
Органічні відходи	Третинні залишки	Біорозкладані побутові та каналізаційні відходи

Енергія біомаси може бути використана для виробництва електричної енергії, теплової енергії, рідких палив (етанол, біодизель), синтетичного та біологічного газу. Для кожного виду біоенергетичних ресурсів застосовуються окремі технології для виробництва енергії. Отже, беручи до уваги

вищезазначене, слід відмітити, що біомаса без технічної обробки являє собою лише ресурси, адже енергетичний потенціал оцінюється через показники електроенергетики та газо-теплопостачання. Відповідно альтернативної технології виробництва теплової та електричної енергії з біомаси реалізується в два етапи: перший етап – це перетворення біомаси в нове паливо та другий етап – спалювання нового палива в сучасних енергоустановках.

Техніко-технологічні ресурси, за рахунок яких біомаса перетворюється в біоенергетичний потенціал, відображають можливість швидко та дієво змінювати потужності виробництва, а також налаштовувати економічно результативне виробництво інноваційних продуктів, які відповідають потребам ринку. Так, техніко-технологічна складова характеризує відповідність матеріально-технічної й технологічної бази, наявність резервів або можливості їх швидкого одержання, гнучкість устаткування й технологій, оперативність роботи конструкторських і технологічних служб [8, с. 44]. Таким чином, біомаса та технічне устаткування, технологія виробництва є лише ресурсами для формування біоенергетичного потенціалу, а отже ресурсний підхід є недоцільним.

Відповідно системного підходу «біоенергетичний потенціал» будь-якої господарюючої системи можна розглядати як сукупну можливість до виробництва матеріальних благ з застосуванням ресурсів, які системно пов'язані між собою. Однак даний підхід не визначає цілі використання потенціалу, тому є дещо обмеженим.

Результативний підхід щодо трактування категорії «біоенергетичний потенціал» є найбільш об'єктивним. Відповідно даного підходу враховуються не лише наявні та потенційні ресурси, але й можливість їх використання для відповідних задач. Таким чином, поняття «біоенергетичний потенціал» безпосередньо пов'язане з виробництвом, в результаті чого ресурси біомаси перетворюються в нову якість. Так, біоенергетичний потенціал є відображенням можливих досягнень ефективних кінцевих результатів способом найбільш доцільного застосування існуючих ресурсів.

Біоенергетичний потенціал пропонується розглядати як виробничу систему, яка являє собою використання доступної та стратегічно можливої біомаси, що виражається в потенційній спроможності виробництва енергетичних джерел певного складу, технічної відповідності і якості в потрібному об'ємі. Беручи до уваги вищезазначене, структуру біоенергетичного потенціалу можна представити як зв'язок двох його складових: ресурсної та результативної (рис. 1.1).



Рис. 1.1 Складові біоенергетичного потенціалу

Ресурсна складова біоенергетичного потенціалу є основою для його формування. Дана складова містить в собі елементи різного функціонального призначення – ресурси біомаси, технічні та технологічні ресурси. Важливість кожного з ресурсів проявляється у виробничому процесі і характеризується впливом кожного на результат. Величина важливості кожної складової є змінною і визначається мірою залучення до виробничого процесу нових елементів. Другою складовою є результативна складова, яка відображає кінцевий результат формування біоенергетичного потенціалу.

Біоенергетичний потенціал аграрних підприємств розуміється нами як сукупність усіх джерел природного або техногенного сільсько- й лісогосподарського походження для виробництва енергоресурсів. Йдеться про первинні ресурси у вигляді спеціального виробництва енергоємкої рослинної біомаси (ріпаку, соняшнику, кукурудзи, верболозу та ін.), вторинні відходи аграрного, промислового й домашнього виробництва або переробки сільськогосподарської й деревної сировини (солома, лушпиння насіння, чубуки винограду й залишки від обрізки дерев; кора, тирса, щепи та ін. деревні відходи; макуха; гній у тваринництві) [9, с. 101]. При цьому вони забезпечують не тільки виробництво біоетанолу й біодизелю, але й деревних пелет, гранул або брикетів.

На Півдні країни до цього долучаються також по суті, необмежені запаси верболозу та очерету дельти Дніпра, інших степових рік, ресурси рисової соломи рисосійних господарств [29, с. 312]. Їх використання дозволить реалізувати виробничо-економічне завдання енергоощадності; збереження традиційних видів невідновних енергетичних ресурсів – вугілля, газу, нафти, торфу і т. п.; зменшення собівартості за рахунок цього продукції та послуг.

Також це сприятиме виконанню екологовиробничих завдань очищення дельти р. Дніпро від заростів верболозу та очерету, які щорічно знищують пожежами на тисячах гектарів, наносячи непоправну шкоду фауні та флорі, забруднюючи повітря м. Кременчука та ін. міських і сільських поселень.

Також – це еколого-виробниче завдання продуктивного використання рисової соломи, яка, на відміну від інших видів, не має великого попиту у тваринництві; збереження від несанкціонованих вирубок в умовах дефіциту та дорогого традиційного палива деревних насаджень, які для сухостепової зони країни є справжнім національним надбанням.

У соціально-економічному відношенні розвиток біоенергетичного потенціалу аграрних підприємств означає збільшення зайнятості населення та зростання добробуту, особливо на рівні сільських родин у віддалених селах;

скорочення витрат на утримання закладів соціальної інфраструктури для сільських громад [3, с. 39].

Проте, впровадження біоенергетичних технологій у виробництва стримується через недовіру виробників та слабку поінформованість як виробників, так і споживачів.

Тому доцільним є проведення на рівні сільських громад проведення зустрічей, тренінгів, круглих столів з інформуванням про наявні джерела, переваги, вигоди такої роботи; надання консалтингових послуг з відповідними розрахунками. Важливе значення має розробка та впровадження бізнес-планів й інвестиційноінноваційних проектів; видання відповідних науково-методичних розробок та рекомендацій [4]

Підсумовуючи вищезазначене, слід відзначити, що при трактуванні поняття «біоенергетичний потенціал» доцільно притримуватись результативного підходу, який передбачає не лише фактичну наявність та можливість використання ресурсів в майбутньому, а й можливості їх використання для досягнення певних цілей. На основі проведеного дослідження розкрито зміст категорії «біоенергетичний потенціал» та запропоновано розглядати його як виробничу систему, яка являє собою використання доступної та стратегічно можливої біомаси, що виражається в потенційній спроможності виробництва енергетичних джерел певного складу, технічної відповідності і якості в потрібному об'ємі. Таке визначення «біоенергетичного потенціалу» враховує два аспекти: з одного боку, «біоенергетичний потенціал» – це наявність ресурсів, з іншого він є категорією, яка характеризує можливість до виробництва певних матеріальних благ. Таким чином, запропоновано варіант структуризації біоенергетичного потенціалу з формуючими складовими – ресурсною та результативною.

1.2. Об'єкт та предмет досліджень

Біоенергетика - це галузь енергетики, що як енергоресурс використовує органічні речовини рослинного або тваринного походження (біомасу), котрі мають енергетичну цінність і можуть бути використані як паливо. Оскільки зростають потреби в енергії, з одного боку, і виснажуються ресурси викопного палива, з іншого, біомаса може стати одним з основних джерел сировини для хімічних виробництв і енергії[38, с.215].

Біомаса поділяється на первинну (рослини, тварини, мікроорганізми) і вторинну (відходи від переробки первинної біомаси і продуктів життєдіяльності людини і тварин). Остання група досить різноманітна:

- Біологічні відходи тварин (гній великої рогатої худоби, послід домашніх птахів та інше);
- Залишки від зберігання врожаю сільськогосподарських культур і побічні продукти їх переробки: солома, стебла та качани кукурудзи, стебла бавовни, шкаралупа арахісу, відходи картоплі, рисове лушпиння і солома тощо);
- Відходи лісопереробної промисловості: кора, листя, гілля, тирса, стружки, щепа;
- Промислові стічні води (зокрема, текстильних, а також молочних, цукрових та інших підприємств з переробки харчових продуктів);
- Тверді побутові відходи та стічні води.

Ефективність біомаси як джерела енергії обумовлена легкістю її отримання та швидким поновленням запасів. Залежно від вологості і ступеня розпаду біомасу переробляють термохімічними методами (пряме спалювання, газифікація, піроліз, ожигнення) або біологічними методами (анаеробна переробка, етанольна ферментація). В залежності від методу з біомаси можна отримати різні кінцеві енергетичні продукти, включаючи тепло, пару, низько- і висококалорійні гази та різні види рідкого палива. Енергія, прихована в біомасі, своїм походженням завдячує Сонцю. У зеленій частині рослини міститься особлива речовина - хлорофіл, з допомогою якої вони вловлюють сонячну енергію. За фотосинтезу відбуваються хімічні реакції, в яких беруть

участь Карбон (C), Гідроген (H), Оксиген (O) і сонячне випромінювання. В підсумку цього процесу утворюються органічні сполуки, енергія яких більша за енергію початкових матеріалів на величину поглинутої сонячної енергії. В процесі фотосинтезу також виділяється кисень, необхідний усьому живому на Землі, й поглинається карбону (IV) оксид[17, с.39].

Щорічно на Землі за допомогою фотосинтезу утворюється близько 120 млрд тонн сухої органічної речовини, або біомаси, що енергетично еквівалентно понад 40 млрд. тонн нафти. Утворення біомаси змінюється залежно від місцевих умов, і на одиниці площі суходолу її утворюється приблизно в два рази більше, ніж на одиниці поверхні моря.

Відповідно до програми розвитку поновлюваних джерел енергії (ПДЕ) у країнах Європейського Союзу у 2030 р. біомаса буде покривати близько 74% загального внеску ПДЕ, що становить близько 9% споживання первинних енергоносіїв. Загальні ресурси біомаси в Європі (у млн тонн сухої маси/рік) такі[11, с.217]:

- деревного палива - 75;
- деревинних відходів - 70;
- біомаса, вирощувана на енергетичних плантаціях, складає 250 млн тонн/рік сільськогосподарських відходів - 250;
- міського сміття - 75.

На сучасному рівні за рахунок біомаси отримують сьому частину світового обсягу палива за кількістю отриманої енергії вона посідає, поряд із природним газом, третє місце. Україна має досить великий потенціал біомаси, придатний для одержання енергії. Загальні річні обсяги відновлюваних ресурсів біомаси в Україні стануть понад 115 мільйонів тонн. Біомаса (без частки, що використовується іншими секторами економіки) може забезпечити близько 10-17 млн тонн умовного палива на рік, або 5-8 % загальної потреби в енергії.

Біомасу як джерело енергії можна використовувати у процесі безпосереднього спалювання деревини, соломи, сапропелю (органічних

донних відкладів), а також у переробленому вигляді як рідке (ефіри ріпакової олії, спирти) або газоподібне (біогаз) паливо. Конверсія біомаси у енергоносії може відбуватися фізичними, хімічними та біологічними методами; останні є найбільш перспективними.

Можна стверджувати, що біоенергетика - це вибір, який має глобальну перспективу для подальшого успішного розвитку цивілізації. Подолання сучасних і запобігання ймовірним екологічним кризам не можливі 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 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[5, с.156].

Екобіотехнологія - це міждисциплінарний напрям, що утворився у результаті перетину інтересів, підходів та методів прикладних напрямів екологічної науки, новітніх і класичних біотехнологій. Тобто це технологічні процеси, які здійснюються з використанням живих організмів або їх елементів і спрямовані на поліпшення, захист та відновлення порушеного людиною довкілля. Переваги застосування екобіотехнології порівняно з традиційними фізико-хімічними та хімічними природоохоронними технологіями очевидні. Біоенергетика - невід'ємний складник екобіотехнології. Використання біоенергетичних підходів у розв'язанні енергетичних та екологічних проблем людства можливе і доцільне.

Досвід Євросоюзу - це використання не лише енергосировини зі звалищ, сільськогосподарського чи деревообробного виробництва, а й спеціально вирощених швидкозростаючих енергетичних культур. У світі відомо чимало

таких рослин - тополя, верба, акація, безголкова троянда, топінамбур, соняшник, просо, сорго, тростина, міскантус, фаларіс, коноплі, очерет та багато інших. Термін "енергетичні плантації" вживається для визначення плантацій твердих порід деревини, що швидко ростуть у початковий період і розмножуються шляхом пускання паростків з пеньків після зрізання. Багато культур було досліджено для потенційного використання їх як енергетичних культур, але тільки невелика кількість досягла комерційного рівня і вирощується на великих площах. Попит на такі культури призвів до виведення гібридів з більш придатними характеристиками, такими як стійкість до морозів, засухи, шкідників тощо.

Найбільш сприятливі енергетичні культури для отримання твердого біопалива - це верба і тополя. У Швеції і Данії, наприклад, вони використовуються у місцевих системах опалення для комбінованого виробництва теплової та електричної енергії. На сьогодні є чимало станцій комбінованого спалювання вугілля з додаванням біопалива (солома, тріски), використання якого зменшує споживання викопного палива, а також шкідливі викиди в атмосферу. Звичайно, використання біомаси як спеціально вирощеної, так і вилученої з відходів виробництва або комунальних звалищ - це трудозатратний процес. Загалом собівартість такої "зеленої" енергії вища, ніж отриманої з вугілля, адже потрібно враховувати подрібнення, висушування і відповідне зберігання[24, с.109].

У країнах Євросоюзу використання енергетичних культур дуже популярне. У Данії верба вирощується на 500 га сільськогосподарських земель, а у Швеції плантації верби займають площі до 20 тис. га. Продукцію з таких плантацій продають у вигляді дерев'яних трісок, що застосовують для опалення або виробництва електроенергії. Нині у Швеції щороку вербові тріски постачають на 25 різних когенераційних станцій. Після збирання верби з вологістю до 50 % тріски можна відразу відправляти на спалювання. Найкращий рівень врожайності у Швеції становив 12 т/га, що еквівалентно 5 т нафти.

Є багато причин, чому треба наслідувати приклад Швеції у вирощуванні верби, котра займає в цій галузі провідні позиції. Сільське господарство може вирощувати вербу на ґрунтах, менш придатних для вирощування зернових культур, а також створити нові робочі місця та забезпечити роботою працівників у зимовий період. Зрештою, енергетична верба може зайняти свою нішу у вирішенні не тільки енергетичних, а й екологічних проблем, пов'язаних з очищенням стічних вод.

Окрім рослинного матеріалу, одержувати енергію можна з різноманітних твердих і рідких відходів, що утворюються в процесі життєдіяльності людей у великих кількостях. Це побутові відходи, каналізаційні стоки міст, стоки та відходи виробництва і переробки сільськогосподарської продукції, величезна кількість органічних залишків після лісозаготівель і переробки деревини тощо.

1.3. Умови та методика проведення досліджень.

Утилізація твердих побутових відходів (ТПВ) з отриманням енергетичного ефекту передбачає їх спалювання на сміттєспалювальних заводах для виробництва електричної і теплової енергії, а також отримання з полігонів їх складування горючого газу (ГГ). Можлива також утилізація відходів деревини і сільськогосподарського виробництва: надлишок соломи злаків, стебла і стрижні качанів кукурудзи, стебла і кошики соняшника, костриця луб'яних культур безпосередньо спалюються в енергетичних установках з отриманням енергетичного ефекту та перетворюються шляхом конверсії на ГГ (біогаз і генераторний газ) з подальшим використанням його як моторного і котельно-пічного палива[21, с.87].

Найбільше поширення у країнах Західної Європи мають котли для спалювання тюків соломи потужністю від 70 до 1000 кВт. їх називають фермерськими. Фермерські котли мають велику топкову камеру прямокутної чи циліндричної форми, оточену водяною сорочкою. Димові гази з топки

виходять через пучок димогарних труб. Подача повітря у топку здійснюється у вигляді потужних струменів за допомогою одного або кількох вентиляторів. На початку горіння струмені повітря спрямовують на верхню частину тюків і поступово опускають. Таким чином струмені повітря ніби зрізають соломі шар за шаром, забезпечуючи її ефективне займання та догорання димових газів у об'ємі над тюком. Котли оснащують автоматизованими системами управління, які забезпечують ефективну роботу і ККД до 81-84 %.

Горіння соломи триває кілька годин залежно від розміру і кількості завантажених тюків. За цей час теплота, що виділяється, акумулюється у водяному баку-акумуляторі. Через проміжний теплообмінник теплота з контуру котла передається в теплову мережу. Температура в баку-акумуляторі поступово падає, і через певний час слід знову завантажити тюки до топки. Теплові солемозберезні станції класифікують за типом встановленого котла: котел для спалювання різаної соломи; котел для спалювання соломи, подрібненої скарифікатором; котел для спалювання брикетів соломи методом сигарного згоряння; котел періодичної дії (спалювання цілого брикету соломи); котел для спалювання розділених на частини брикетів соломи [28, с.175].

Отже, найпростіше рішення - це спалювання органічних відходів на спеціальних заводах, що забезпечує одержання побутового тепла. Щоправда, воно коштує у десятки разів дорожче, ніж на ТЕЦ, проте головне у цьому випадку не стільки одержання тепла, скільки зниження негативного впливу на довкілля. Проте розроблено шляхи здешевлення цього процесу, наприклад, виробництво на таких заводах не лише тепла, а й електроенергії. Недоліком подібних технологій залишається те, що спалювання сміття супроводжується утворенням нових відходів - твердих і газоподібних. Потрібні спеціальні фільтри для їх очищення, а це здорожує процес.

Але зовсім інша можливість одержання енергії з біомаси тваринного і рослинного походження, яка має багато переваг, - це анаеробне (без доступу кисню) зброджування під дією наявних у біомасі метанобактерій. Ці

мікроорганізми активно розвиваються в будь-яких органічних рештках, а в результаті процесів їхньої життєдіяльності утворюється біогаз - газ, який приблизно на 60 % складається з метану (CH_4) і на 40 % - з вуглекислого газу (CO_2). Синонімами до біогазу є такі терміни, як "каналізаційний газ", "шахтний газ", "болотний газ", "газ-метан". Різноманітні види мікроорганізмів метаболізують вуглець з органічних субстратів у безкисневих умовах. Це процес так званого гниття, або безкисневого бродіння, що є частиною ланцюга живлення. Теплоємність біогазу досить велика: 1 м³ утворює стільки ж тепла, скільки 600-800 г антрациту. Тонна органічних решток (гній, сміття тощо) дає до 500 м³ біогазу. Щоправда, цей процес відбувається досить повільно, але безсумнівно його перевагою є те, що понад 80 % енергії, яка міститься у стічних водах або відходах, вилучається у вигляді горючого газу[34, с.210].

Використання біогазу економічно може бути дуже привабливим, не кажучи вже про екологічні вигоди. Не потрібно затрачувати зайві кошти на проведення газопроводу до віддаленого хутора, якщо його може забезпечити газом місцева свиноферма. Вирішення цієї і багатьох подібних проблем - застосування найбільш ефективної технології очищення стічних вод підприємств з одержанням біогазу і подальшої його утилізації у когенераційних установках з одержанням електричної і теплової енергії.

Технологія одержання біогазу дуже проста: гноєм, сміттям, соломкою, листям заповнюють бетонні ємності або колодязі будь-якого об'єму. Ємність має бути щільно закрита, щоб не було доступу кисню. Газ, який утворюється в процесі бродіння, відводять у приймальні пристрої або безпосередньо в газову плиту. Такі установки діють у багатьох країнах світу. Найперші біогазові установки (БГУ) виникли ще до створення наукових основ метаногенезу. В Індії (Бомбей) вони були вже у 1900 р. У 1918 р. аналогічні установки з'явилися у Німеччині, у 1928 - в Англії, у 1930 р. - у США. Перші БГУ були спробою імітації природних процесів розкладання органічної речовини в болотах із виділенням болотного газу, що містить метан.

У СРСР перші біореактори були розроблені в Латвії у 1949 р., потім - у Грузії. В Україні перший біореактор був запущений у Запоріжжі у 1959 р. В Індії акцент було зроблено на сімейні та громадські біогазові установки. До 1993 р. там налічувалося вже близько 2 млн БГУ. Програма децентралізації виробництва енергії, ініційована урядом Індії у 1995 р., забезпечила підтримку проектів з виробництва енергії у сільських громадах з використанням біогазу одиничною потужністю від 10 до 15 МВт. Широко розвинулося сімейне і громадське одержання біогазу в Китаї - у 1978 р. там функціонувало вже більше 7 млн БГУ. Крім сімейних, у країні є ще 600 великих і середніх БГУ, що використовують відходи тваринництва і птахівництва, а також виноробних і спиртових виробництв. Досить поширене одержання енергії за допомогою БГУ у Великій Британії, Австрії, Італії, Данії, Швеції, Нідерландах.

Нині малих установок у світі близько 6 млн. Високоєфективних БГУ (як промислових, так і централізованих сільськогосподарських), спроектованих на високому інженерному рівні, у світі нараховується близько тисячі. Приблизно 44 % із них зосереджено у Європі, 14 % - у Північній Америці.

У світі функціонує багато підприємств, де впроваджені технології одержання біогазу. Наприклад, молокопереробні підприємства у Німеччині і Швеції, де переробляють сироватку з метою одержання біогазу. Сучасні технології дають змогу використовувати біогаз, газ стічних вод, газ сміттєвих полігонів, піролізний, синтез-газ та інші особливі гази для одержання електроенергії і теплової енергії. Постійне удосконалювання двигунів і спеціалізація на використанні особливих газів забезпечують можливість застосування газів з низькою теплотою згоряння.

Сучасні БГУ, поряд з одержанням енергії, також виконують роль очисних споруд, що знижують хімічне й бактеріальне забруднення ґрунту, води, повітря і переробляють відходи на нейтральні мінералізовані продукти. Енергетичний або природоохоронний акцент біогазових установок залежить від конкретних умов, проте у більшості випадків для промислово розвинутих країн необхідність їх спорудження визначається розв'язанням саме

екологічних проблем. Разом з тим, БГУ є джерелом палива, тому на їх базі можуть створюватися нові варіанти систем енергопостачання.

Як сировину для одержання біогазу можна використовувати органічні відходи різноманітних виробництв сільського господарства і переробних підприємств, які мають рідку або напіврідку консистенцію або доведені до такого ставу. До цих відходів належать екскременти тварин, рослинні рештки (солома, бадилля, трава та інше, що не використовуються безпосередньо як корм), осади стічних вод тваринницьких і птахівничих підприємств тощо. Якщо реактор працює нормально, одержуваний біогаз містить 60-70 % метану, 30-40 % двоокису вуглецю, незначну кількість сірководню (до 3 %), а також домішки водню, аміаку та оксидів азоту, не має неприємного запаху, а теплота його згоряння досягає 25 МДж/м³. Біогаз можна використовувати для спільного вироблення електроенергії і теплоти (когенераційна схема), спалювати для одержання теплоти або накачувати у балони для використання на транспорті[21, с.108].

Після зброджування гною утворюється біошлам, у якому міститься багато цінних речовин, зокрема амінокислоти, амонійний азот і фосфор, а також вироблені мікроорганізмами вітаміни групи В. Тому шлам, що перебродив, можна використовувати для одержання білково-вітамінних добавок для годівлі тварин, птиці й риби. Органічні добрива, що утворюються під час метаногенезу, порівняно з незбродженим гноєм, забезпечують додатковий приріст урожайності у середньому на 20 %. Під час анаеробної переробки відбувається мінералізація азоту й фосфору, а також забезпечується їх збережність у процесі зберігання добрив, на відміну від традиційних способів компостування, за яких до 30-40 % азоту втрачається. Унаслідок дії метанобактерій на 90-99 % зменшується проростання насіння бур'янів, яке міститься у гної великої рогатої худоби, що дає змогу поліпшувати фітосанітарний стан сільськогосподарських угідь. Мікроорганізми знищують також яйця гельмінтів та усувають неприємні запахи органічних добрив. Усі

ці чинники дають змогу істотно поліпшити санітарний стан тваринницьких ферм і довкілля середовища[14, с.76].

Біогазові установки, які працюють на гної тварин, є найпростішими за своєю конструкцією і тому отримали значне поширення в усьому. Усі мікроорганізми, що беруть участь у процесі бродіння, потрапляють у гній вже з кишечника тварин, тому не потрібно їх додатково додавати.

Дуже часто підприємства мають свої поля, на яких вони вирощують сільськогосподарські або кормові культури, БГУ допомагають заощаджувати на купівлі мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Біодобрива мають такі основні переваги, порівняно із звичайним гноєм і мінеральними добривами:

- максимальне збереження і накопичення азоту. При тривалому зберіганні (компостуванні) гною втрачається до 50 % азоту. Завдяки анаеробному зброджуванню у БГУ загальний азот у біодобриві повністю зберігається; крім того, вміст розчинного азоту збільшується на 10-15 %;

- відсутність насіння бур'янів. У 1 т свіжого гною міститься до 10 тис. насіння бур'янів, які не втрачають здатність до проростання, навіть пройшовши через шлунок тварини. Після обробки БГУ 99 % насіння втрачає цю здатність;

- відсутність патогенної мікрофлори. У гної можуть міститися небезпечні для тварин і людини хвороби: сибірська виразка, туберкульоз, бруцельоз, паратиф, ящур, сальмонельоз, аскаридоз, кишкові інфекції. Біодобрива, завдяки спеціальній технології переробки, повністю позбавлені цієї мікрофлори;

- наявність активної мікрофлори. Високий рівень гуміфікації органічної речовини стає потужним поштовхом для активації ґрунтових мікроорганізмів, азотфіксуючі та інші мікробіологічні процеси відбуваються набагато швидше;

- відсутність періоду зберігання. Завдяки своїй формі біодобрива починають ефективно працювати відразу при внесенні, і не потрібно зберігати їх у лагунах декілька років;

- стійкість до вимивання з ґрунту поживних елементів. За сезон з ґрунту вимивається близько 80 % мінеральних добрив, тоді як для біодобрив ця частка становить 15 %. Біодобрива, внесені у невеликих кількостях, працюватимуть на 3-5 років довше, ніж звичайні;

- екологічний вплив на ґрунт. Мінеральні добрива можуть завдавати великої шкоди, забруднюючи ґрунт і ґрунтові води, тоді як біодобрива є абсолютно чистим екологічним добривом.

Одна свиноматка із 20-24 поросятами дає у рік приблизно 25 м³ гною. У газовому еквіваленті це становить у середньому 1000 м³ біогазу. Економічно вигідно встановлювати біогазову установку на свинокомплексах з поголів'ям не менше 10- 12 тис. свиней (650 свиноматок). Одна дійна корова щодня дає від 30 до 70 кг гною, що у середньому на рік дорівнює 20 м³, а це 800 м³ біогазу. БГУ буде економічно ефективною для ферм із поголів'ям від 800 дійних корів.

Біогазова установка приносить "доходи з відходів" або "гроші з гною". БГУ - це найактивніша система очищення, яка дуже швидко самоокуповується і дає прибуток. Сировиною може бути гній великої рогатої худоби, свиней, пташиний послід, відходи боєнь (кров, жир, кишки), рештки рослин, силос, прогниле зерно, каналізаційні стоки, жири, біосміття, відходи харчової промисловості, садові відходи, солодовий осад, вичавки, буряковий жом, технічний гліцерин (від виробництва біодизеля). Більшість видів сировини можна змішувати з іншими видами. Отже, БГУ одночасно та у великих кількостях може: утилізувати б і овід ходи, виробити біогаз, електроенергію, тепло, добрива, заощадити капітальні витрати (при будівництві нових комплексів) [5, с.156].

Усе наведене вище виробляється за мінімальної собівартості, адже за біосміття не потрібно платити, а сама установка для власних потреб використовує лише 10-15 % виробленої енергії.

Якщо на підприємстві утворюється 1 т гною щодня, то за рік на ньому можна отримати як мінімум 60-70 тис. грн, тобто окупність установки гною

вважає: 2-3 роки, а для деяких інших видів сировини - 1 рік. Біогаз може використовуватись як газ для опалення та вироблення електроенергії, і, порівняно з використанням звичайного природного газу, він низьковартісний.

З 1м³ біогазу в генераторі можна виробити 2 кВт електроенергії, яка постачатиметься без перепадів. Тепло від охолодження генератора або від згоряння біогазу можна використовувати для опалення, сушіння насіння, дров, кип'ятіння води для утримання худоби. Тепло отримують під час спалювання газу спеціально, а також відбирають його при охолодженні електрогенератора. Поряд з БГУ можна встановлювати теплиці. Тепло також може використовуватись для приведення в дію випарників рефрижераторів (при охолодженні свіжого молока на молочних фермах або для зберігання м'яса, яєць тощо).

Окрім біогазу, є й інші види біопалива, які можна використовувати для отримання енергії, у тому числі й на транспорті, - це біодизель і біоетанол. Вважається, що саме паливний етанол має найбільший потенціал з огляду на невичерпні джерела його Отримання. Ними можуть бути трав'янисті рослини та деревина, відходи сільського господарства і деревообробної промисловості, а також побутове сміття[12, с.60].

Етанол - найдавніший продукт біотехнології, яка була винайдена не пізніше IV тис. років до н. е. у Давньому Єгипті і Вавилоні. 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 виключно для виробництва алкогольних напоїв. Лише незначна його кількість, переважно отримана 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.

Перші спроби використання етилового спирту як автомобільного палива були здійснені ще на початку XX ст. У 1902 р. на інтернаціональному конкурсі в Парижі демонструвалося більше 70 карбюраторних двигунів, що працювали на етиловому спирті та його сумішах з бензином нафтового походження. Однак етиловий спирт не почав відразу швидко й широко застосовуватися, тільки у 70-х роках XX ст. у зв'язку з катастрофічним погіршенням екологічної ситуації і нафтовою кризою почалося відродження інтересу до спиртів і, особливо, до етанолу. Це обумовлено тим, що етанол може бути отриманий з постійно відновлюваних джерел рослинної сировини, біомаси, а також побутових відходів. З 80-х років розпочалося масове використання бензинів, що містять 5, 10, 15 і 22 % паливного етанолу, у Бразилії, США, Швеції, Нідерландах, Франції, Канаді і Колумбії[13, с.88].

Значний досвід у виробництві і використанні паливного етанолу з відновлюваної сировини накопичений у Бразилії, США, Канаді. На заправних станціях продають суміші бензину з етанолом E10 (10 % етанолу), E85 (85 % етанолу), E95 (95 % етанолу) і чистий етанол E100. Основним виробником паливного етанолу у світі є Бразилія (12 млрд л на рік, що становить половину потреби країни у бензині і 57 % світового виробництва). Це стало можливим завдяки Національній програмі із широкомасштабного використання етанолу як автомобільного палива і субсидіям уряду, які одержали відповідну фінансову підтримку Світового банку. Весь бразильський етанол одержують із цукрової тростини ферментаційним способом.

У США кожна четверта тонна виробленого бензину містить етиловий паливний біоспирт. З відновлюваної сировини (головним чином, з кукурудзи) на 58 підприємствах виробляється понад 4 млн т на рік паливного етанолу. Зростання цін на нафту стимулювало розробки більш економічних і екологічно чистих процесів виробництва етанолу. Дослідження, проведені у Канаді, свідчать, що використання палива E85 дозволяє знизити викиди парникових газів на 37 %; оксиду вуглецю - на 25-39 %; оксидів азоту - на 20

%; летких органічних сполук - на 30 %; канцерогенних ароматичних сполук - на 50 %.[8, с.57]

Надзвичайно важливим є глобальний позитивний ефект використання біоетанолу як палива, адже вуглекислий газ, що виділяється під час його спалення, має первинне атмосферне походження. Тобто його знову можуть асимілювати рослини, які потім будуть джерелом отримання цього самого паливного етанолу. Коли ж використовується викопне паливо, то виділений ним CO₂ є додатковим джерелом сумнозвісного парникового ефекту.

Біодизельне паливо виробляється з ріпаку та сої і на сьогодні коштує дорожче за традиційне дизельне паливо. Для отримання біодизельного палива можна використовувати також соняшникову і кукурудзяну олію, але найчастіше використовують ріпакову, оскільки собівартість виробництва зерна ріпаку, порівняно з іншими олійними культурами, найнижча. Біопаливо на основі рослинної олії ще у 1853 р. винайшли англійці. Двигун для нього був винайдений пізніше. 10 червня 1893 р. у місті Аугсбург, Німеччина, відомий інженер і конструктор Рудольф Дизель випробував свій перший одноциліндровий двигун, який був завдовжки 3 м та важив 4,5 т. Двигун вибухнув і ледь не вбив винахідника. На згадку про подію, 10 червня проголошено "Міжнародним днем біодизеля". У 1900 р. на Всесвітній виставці в Парижі Р. Дизель продемонстрував свій винахід і отримав головну нагороду[5, с.156].

Винахідник вірив, що майбутнє для його двигунів - за використанням біопалива. У 1912 р. він передбачав, що: "Використання рослинних жирів для виробництва палива може видаватись несуттєвим на той момент, але з плином часу такі жири можуть стати настільки ж важливими, як продукти з нафти та вугільної смоли". Справді, на той час біопаливо було набагато дорожчим від звичайного дизельного палива з нафти. Протягом 1920-х виробники дизельних двигунів переорієнтували свої двигуни на використання дизпалива, виготовленого з нафти, що має меншу в'язкість порівняно з рослинними жирами. Нафтова промисловість увійшла 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 біодизельне паливо стало реальною альтернативою традиційному.

Дослідження у галузі використання соняшникової олії та підвищення її якості до стандартів звичайного дизпалива почалися у ПАР у 1979 р. До 1983 р. результати досліджень були опубліковані. Технологічний процес дозволяв виготовляти біодизель, якість якого відповідала нормам звичайного дизельного пального. Австралійська компанія Gaskoks отримала технологію від південноафриканських дослідників і спорудила перший пілотний завод для виробництва біодизеля у 1987 р., а перший завод для масового виробництва - у 1989 р.

Протягом 1990-х заводи були споруджені у багатьох європейських країнах, зокрема Чехії, Німеччині, Швеції. Франція розпочала власне виробництво біодизелю з рапсової олії: у звичайне дизельне паливо додавати 5 % біодизелю, а у дизельне паливо, що використовується громадським транспортом, - 30 %. Тривають експерименти з використанням 50 % біодизелю. Мільйони автомобілів в Європі працюють на біодизелі. Чистий, без домішок, біодизель можна заливати до баку будь-якого дизельного транспорту. Розвивається його виробництво. У 2005 р. Міннесота стала першим штатом США, де законодавчо встановлено норму продажу дизпалива лише із вмістом біодизелю не меншим 2%.

Крім зниженої температури твердіння (а це вельми важливо для зимових погодних умов), біодизель як моторне паливо має низку цінних якостей. Його застосування істотно продовжує час життя двигуна, оскільки воно має кращу змащувальну здатність, ніж пальне з нафти. При цьому на 90 % знижується ризик ракових захворювань. За рахунок того, що біодизель містить 11 % кисню, у продуктах його згоряння кількість вуглекислого газу зменшується на 80 %, чадного газу - на 35 %, окисів сірки - на 100 %, аерозолів (димових

частинок розміром менше 10 мікрон) - на 32 %, ніж у звичайного дизпалива[38, с.216].

У разі потрапляння біодизельного палива у воду чи ґрунт воно майже повністю розпадається протягом 25-30 днів, тоді як 1 кг мінеральних нафтопродуктів може забруднити до 1 млн л питної води, знищивши у ній всю флору і фауну. Біодизель може бути використаний у чистому вигляді (марка У100) або у суміші зі звичайним дизпаливом. Найпоширенішим є В20, що містить 20 % біодизеля і 80 % звичайного палива.

Отже, світовий досвід переконує, що рідке біопаливо стає перспективною категорією енергоресурсів, яка за своїм значенням посідає наступну позицію після твердих палив з біомаси. Невелика поки частка рідкого біопалива від загального використання моторних масел, мінерального дизелю та бензину у країнах ЄС пояснюється насамперед високою вартістю виробництва, що робить рідке біопаливо неконкурентоспроможним порівняно з традиційним. Незважаючи на високу собівартість, виробництво рідкого палива з біомаси у європейських країнах динамічно зростає. Це стає можливим завдяки екологічно продуманій економічній політиці на державному рівні.

Основні шляхи розвитку виробництва рідкого біопалива безпосередньо пов'язані з вирощуванням олійних культур та рослин з великим вмістом крохмалю. Залежно від виду сировини і масштабів виробництва, витрати на виготовлення рідкого біопалива змінюються у діапазоні від 0,4 дол./дм³ для етанолу з кукурудзи у США до 0,6 дол./дм³ для метилових ефірів вищих жирних кислот з рослинних олій у Європі. Порівняно з ними, вартість виробництва рідкого палива з корисних копалин становить близько 0,2 дол./дм³. Проте експерти стверджують, що різниця у вартості біопалива та мінерального пального почне зникати через 2-3 роки. На основі проведених у США досліджень встановлено, що вартість ліквідації негативних наслідків, викликаних виробництвом і застосуванням традиційного палива з корисних копалин, коливається в межах від 0,1 до 0,4 дол./дм³. Таким чином, сумарний баланс вартості свідчить про те, що пальне, отримане з відновлювальних

біологічних джерел, може бути дешевшим у валовому економічному розрахунку[11, с.217].

З біомаси також можна отримувати біоводень. Хімічним шляхом біомаса може безпосередньо перероблятися на водень: з 20 т біомаси можна отримати 2,2 т біоводню. Після його виділення залишається багато мінеральної речовини, яку можна використовувати як добриво. Отже, альтернативою звичайному паливу у майбутньому стане енергія біоводню. Сьогодні науковці ЄС покладають велику надію на те, що будуть розвиватися також програми розвитку біоводню, і енергетичні потреби будуть забезпечуватися за допомогою цього виду палива.

З погляду екології, водень, одержаний шляхом переробки органічних сполук рослинного походження, є ідеальним паливом, що має високу теплотворну здатність (12,8 кДж/м³) і згорає без утворення будь-яких шкідливих домішок. Існують фототрофні бактерії, здатні виділяти водень під дією світла. Поки що вони працюють досить повільно, але мають такий біохімічний механізм і містять 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 гідрогеназа. Хоча цей напрям поки що не дав практичних результатів, він досить перспективний для подальшого розвитку біоенергетики.

Підсумовуючи все сказане вище, можна зробити такий висновок: енергія з біомаси представлена на планеті чи не у найбільшому асортименті. Можна просто спалювати біомасу й отримувати енергію у вигляді тепла і газу. Зброджуючи біомасу, можна отримати етанол, а застосовуючи анаеробне бродіння - біогаз. У разі переробки олійних культур як джерело енергії можна отримати біодизель.

Однак постає одне важливе запитання: чи достатньо на планеті запасів біомаси для задоволення потреб людства виключно за допомогою альтернативної енергетики? За даними ФАО (Продовольчої і

сільськогосподарської організації ООН), більшість країн світу просто не використовують свій потенціал біомаси. Шляхом поліпшення системи управління та менеджменту (дотримання технологій, правильне внесення добрива тощо) урожаї сільськогосподарських культур можна підвищити.

Нещодавно в ЄС з'явився закон про квоти на біопаливо, який зобов'язує у майбутньому всіх споживачів пального використовувати як домішки альтернативне паливо. Згідно з цим документом, у 2010 р. до основного палива треба буде додавати 6 % біопалива, у 2015 і 2020 рр. цей показник зросте до 7 і 8 % відповідно. У 2015 та 2020 рр. до пального потрібно буде домішувати ще й біоводень (2-5 %). Наприклад, Німеччина сьогодні купує близько 50 млн т пального. Якщо взяти визначену директивами ЄС домішку 6 % біопалива, то це вже 3 млн т. Для отримання такого об'єму необхідно буде засіяти 4 млн га ріпаком. Однак Німеччина має лише 12 млн га землі, тому 4 млн га для неї - це досить значна площа. Отже, Німеччина муситиме купувати ріпак. Те саме стосується й інших країн ЄС.

Зараз витрати на виробництво біоетанолу та біодизелю майже удвічі перевищують витрати на мінеральне пальне. Водночас порівнюємо різні види палива з погляду енергетики. Енергетична цінність 1 т зерна становить 1,376 МДж. Якщо цю саму масу переробити на біоетанол, вихід енергії буде на 30 % більшим, а у разі використання всіх побічних продуктів енергетична цінність зросте на 60 %. Коли всі затрати, які вкладаються у вирощування сільськогосподарських культур, перерахувати в енергетичний еквівалент, і порівняти з урожайністю, то сільське господарство є найбільш прибутковою з усіх галузей господарства внаслідок виробництва найбільшої кількості енергії.

На ринку альтернативних джерел Німеччина може запропонувати біоетанол за ціною 0,48-0,55 євро/л, тоді як США - за 0,20 євро, а у Бразилії ці витрати взагалі становлять до 0,13 євро за 1 літр пального. Виграє той, хто використовуватиме для виробництва біоетанолу дешеву сировину. Перспективним здається виробництво пального в ЄС з дешевої цукрової тростини, придбаної, скажімо, в Бразилії. Якщо Україна хоче вийти на ринок

біоетанолу зі своєю продукцією, то основним її конкурентом буде якраз Бразилія.

Останнім часом у деяких країнах, зокрема Німеччині, дійшли висновку, що дешевше спалювати зерно, аніж пальне з нафти. Розрахунки показали, що 2,6 кг зерна можуть замінити 1 л палива, яке отримується з нафти. При цьому необхідне зерно обійдеться у 0,26 євро (оскільки ціна становить 100 євро/т), а 1 л нафтового палива - 0,60 євро. Звичайно, печі для спалювання зерна коштують дорожче, ніж для пального, і ці затрати також треба врахувати. За остаточними підрахунками 8 тис. кг зерна замінюють 3 тис. л пального. Якщо спалювати зерно, то на кожній тонні можна отримати на 19,5 євро більше, ніж від його продажу.

Крім цього, можуть бути зменшені викиди CO₂ на 1000 млн т щороку (це еквівалентно спільним щорічним викидам у Канаді та Італії), якщо країни - члени Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) будуть використовувати замість вугілля біомасу - паливо, джерелом якого є відходи сільськогосподарського виробництва і лісової промисловості. Біомаса є економічно ефективним і нейтральним, з погляду вмісту вуглецю джерелом енергії. До 2020 р. воно може забезпечити 15 % енергоспоживання у розвинених країнах. Саме біомаса може забезпечити енергоспоживання 100 млн будинків, що еквівалентно енергії з 400 традиційних великих електростанцій.

Виробництво біомаси створить до 2020 р. 400 тис. нових робочих місць, особливо в сільській місцевості. Наприклад, у США використання біомаси призвело до утворення 70 тис. додаткових робочих місць. До того ж воно стане інструментом для виконання національних цілей з розвитку відновлювальних джерел енергії. Швеція, наприклад, має намір перейти на використання біомаси для виконання частини ухвалених урядом зобов'язань щодо відмови від атомної енергетики. Одержання біомаси потребуватиме від розвинених країн виділення додатково менше 2 % земельних ресурсів і не буде

загрожувати виробництву сільськогосподарських продуктів чи збереженню природи.

За прогнозами, у 2025 р. використання біомаси в Європі збільшиться до 235 млн т. Отже, біомаса становитиме 65,8 % усіх відновних джерел енергії. За прогнозами експертів, потенціал біомаси збільшиться: у 2025 р. - з 215 до 239 млн т і у 2030 р. - з 243 до 361 млн т, з них у майбутньому найбільшу частку займатимуть саме енергетичні культури[26, с.208].

З метою збільшення частки відновлювальних джерел у паливно-енергетичних балансах окремих країн у Євросоюзі прийнято Білу книгу "Енергія майбутнього у відновлювальних джерелах енергії". Це видання на сьогодні є стратегічним документом, який визначає напрями довгострокової політики і ставить кількісну мету - збільшення частки таких джерел з 6 % до 10 % за період 2000-2020 рр.

РОЗДІЛ 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Результати досліджень автора з характеристикою проведеної роботи

Використання біомаси в Україні здійснюється, в основному, при термічній конверсії дров і деревних відходів та біотехнічній конверсії відходів сільського господарства, осадів каналізаційних очисних систем, твердих побутових відходів (ТПВ).

Доцільність розвитку біоенергетики у Полтавській області обумовлена її геополітичним положенням, природними і соціально-економічними умовами. Основні біоенергетичні ресурси регіону – деревні відходи лісного господарства, целюлозно-паперової і меблевої промисловості, органічні відходи сільського господарства, ТПВ тощо. Їх раціональне використання дасть змогу вирішувати не тільки енергетичні, але й екологічні та соціальні проблеми регіону.

Загальна площа земель лісового фонду Полтавської області становить 275,8 тис. га, в тому числі вкриті лісовою рослинністю землі – 244,3 тис. га, середня лісистість території становить 8,7%. Середній запас деревини становить 42,68 млн. м³. Площа вирубки лісу у 2019 році склала 8983 гектарів. Утворення деревних відходів у 2019 р. склало 12,1 тис. м³, що на 51% більше у порівнянні з 2010 роком [6].

Енергія, накопичена в процесі фотосинтезу, для однорідних за властивостями фракцій лісної біомаси розраховувалася як добуток об'єму деревної маси, її щільності та нижчої теплоти згорання вологого палива за методикою, запропонованою шведським стандартом SS 187182. Загальний енергетичний потенціал лісового господарства Полтавської області складає 19383578 МВт. У порівнянні з іншими регіонами України Полтавська область має середній рівень енергетичного потенціалу лісового господарства (рис. 1). Енергетичний потенціал деревних відходів у 2009 році в області склав 761166,7 МВт, що відповідає 1370,1 тис. м³ біогазу. Найбільший рівень даного

енергетичного потенціалу мають Гадяцький (226 тис. МВт), Новосанжарський (186 тис. МВт) та Полтавський (157 тис. МВт) райони (рис. 2). Зауважимо, що використання енергетичного потенціалу відходів деревини дозволило б замінити близько 14 тис. т вугілля у котельнях і ТЕС, а також знизити забруднення повітря CO_2 на 14840 т/рік та SO_2 – на 8,2 т/рік.

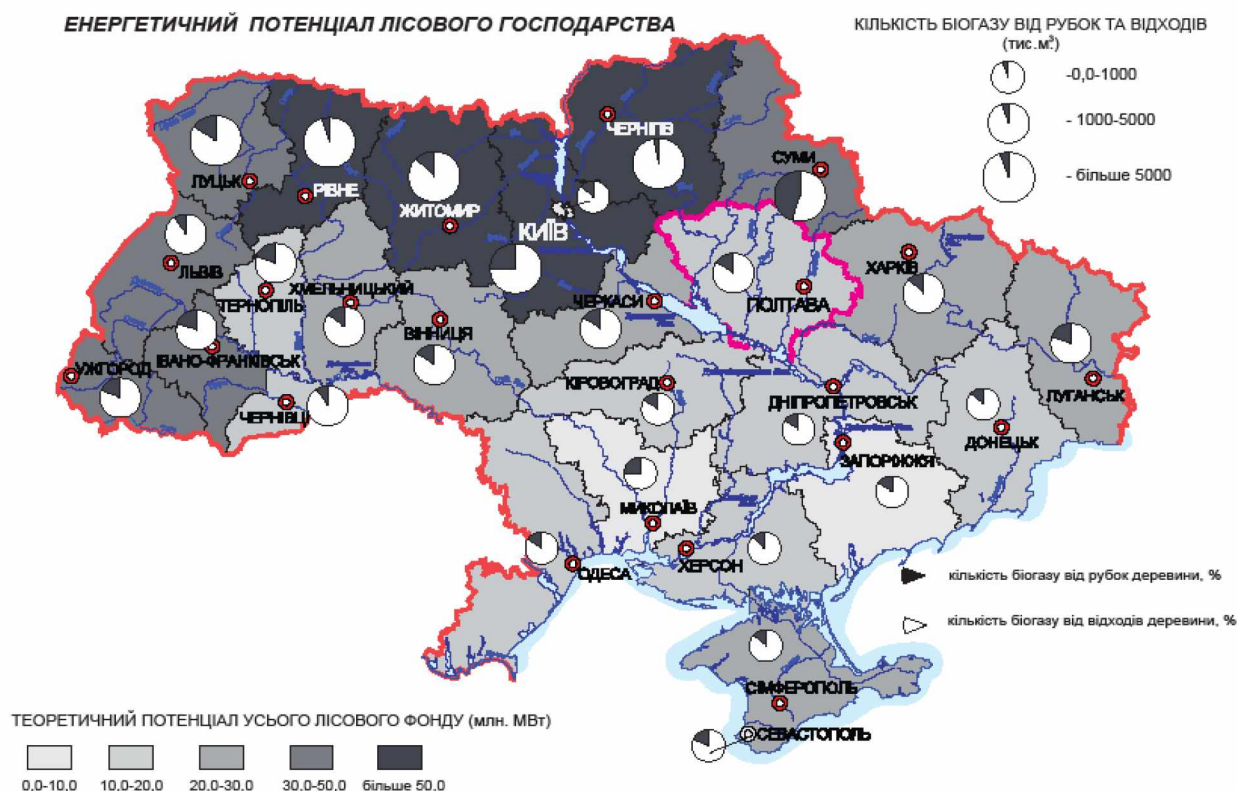


Рис. 1. Біоенергетичний потенціал лісового господарства за регіонами України (2019 р.)

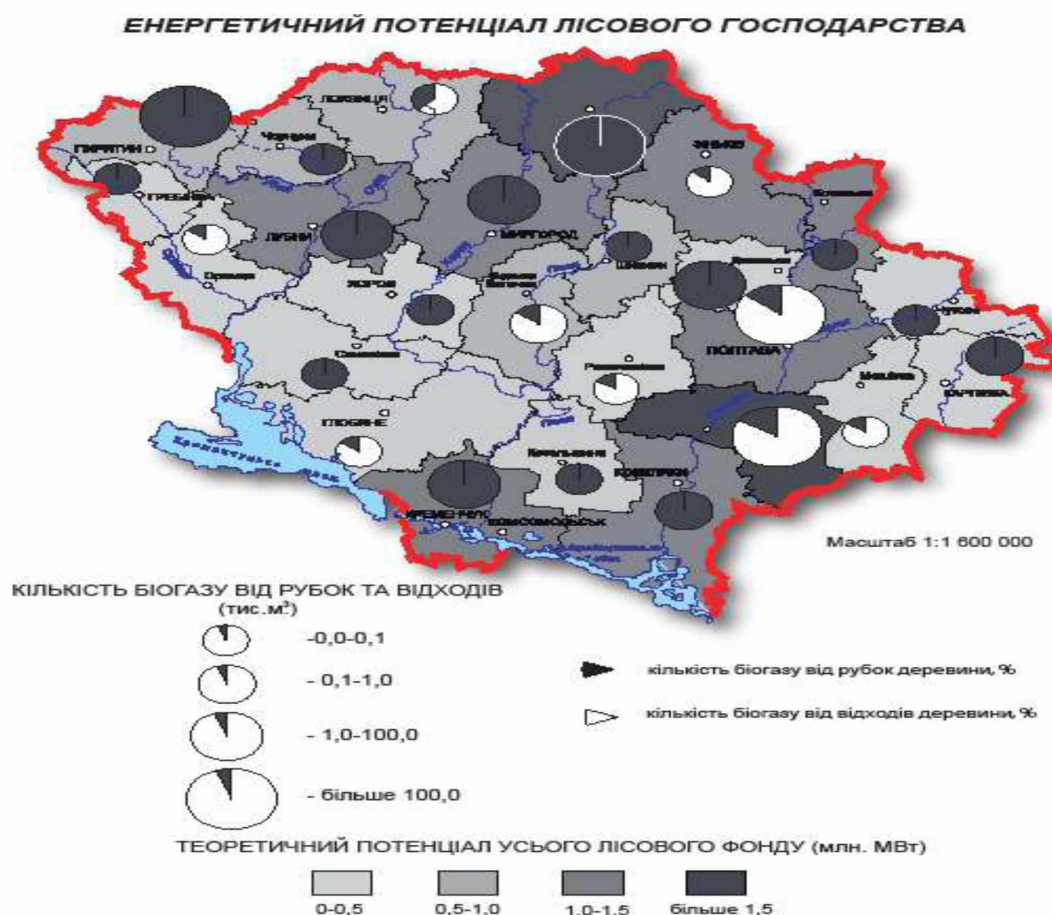


Рис. 2. Біоенергетичний потенціал лісового господарства за районами Полтавської області (2019 р.)



Рис. 3. Біоенергетичний потенціал відходів тваринництва і птахівництва за регіонами України (2019 р.)

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА І ПТАХІВНИЦТВА

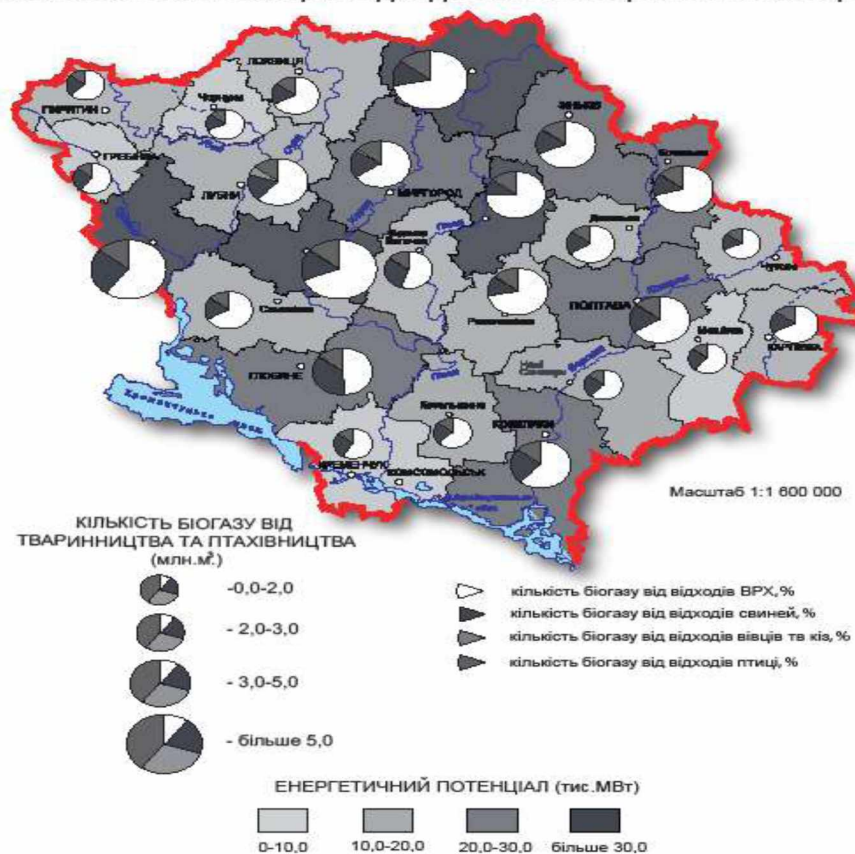


Рис. 4. Біоенергетичний потенціал відходів тваринництва і птахівництва за районами Полтавської області (2019 р.)

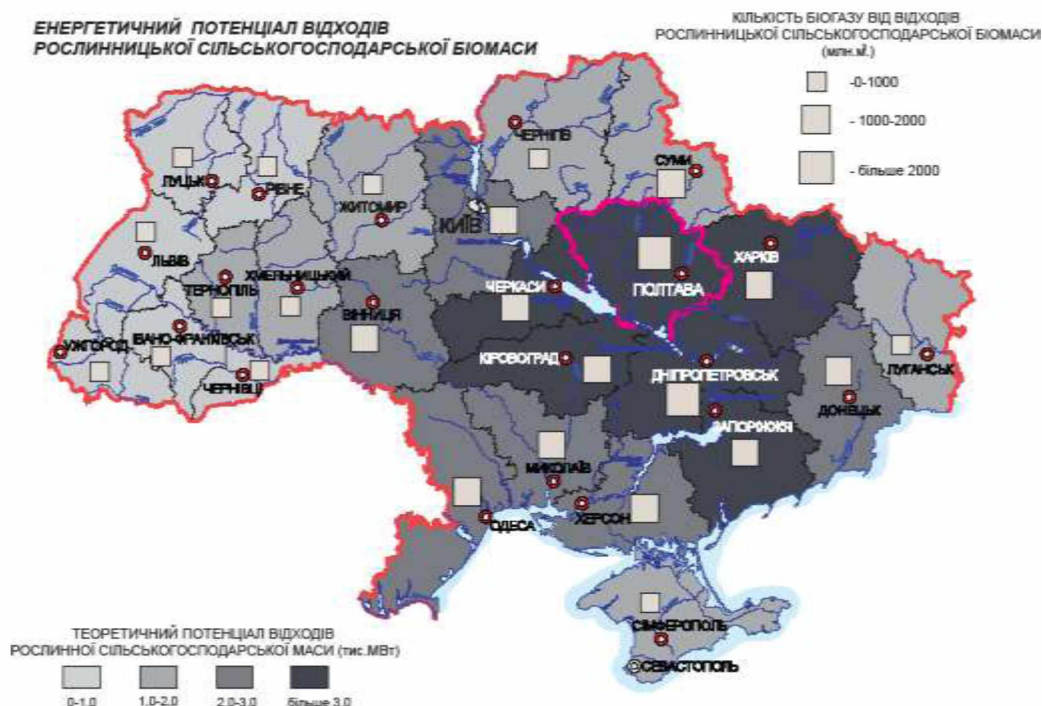


Рис. 5. Енергетичний потенціал відходів рослинницької сільськогосподарської біомаси за регіонами України (2019 р.)

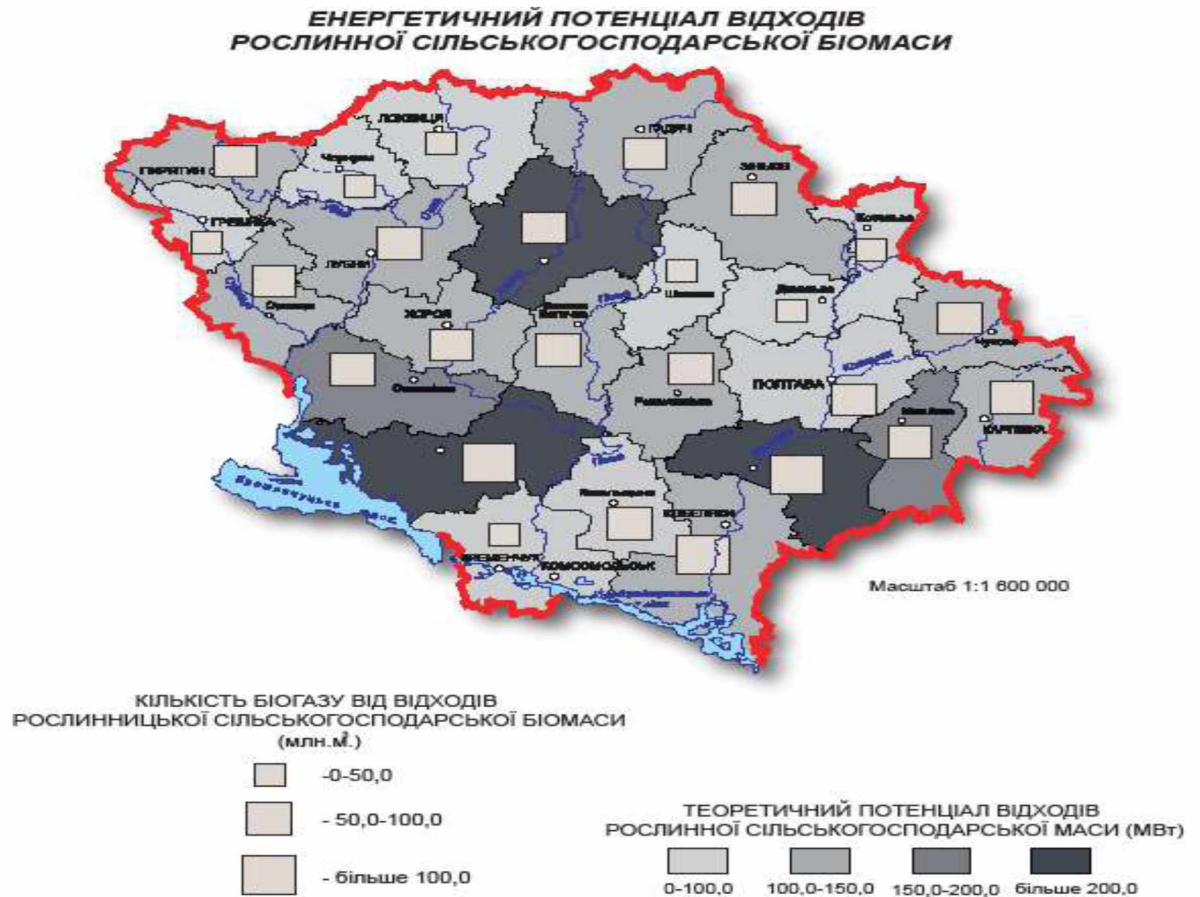


Рис. 6. Енергетичний потенціал відходів рослинницької сільськогосподарської біомаси за районами Полтавської області (2019 р.)

На сьогодні в області менше ніж 50% обсягу відходів тваринницьких ферм і птахофабрик області використовуються як органічні добрива, інші створюють загрозу забруднення й розповсюдження інфекційних хвороб. У Полтавській області обсяг біогазу від відходів тваринництва і птахівництва у 2009 році, розрахований за методикою [7], склав 2616,81 тис. м³, його енергетичний потенціал – 464194,4 МВт, тобто 66% у порівнянні з 2006 роком.

У порівнянні з іншими регіонами України Полтавська область має високий рівень енергетичного потенціалу відходів тваринництва і птахівництва (рис. 3). Найбільше значення даного біоенергетичного потенціалу характерне для Гадяцького, Хорольського, Оржицького та Шишацького районів (рис. 4). На існуючій базі тваринницьких ферм і

птахофабрик в області є доцільним встановлення біогазових установок, які дозволять отримувати не лише електричну і теплову енергію, але й екологічно безпечні добрива.

У Полтавській області обсяг біогазу від рослинної сільськогосподарської біомаси (зернові зернобобові, овочі, соняшник) склав у 2019 році 1666046 тис. м³, його енергетичний потенціал – 2998,9 МВт, тобто 116% порівняно з 2016 роком. У порівнянні з іншими регіонами України, Полтавська область має найвищий рівень енергетичного потенціалу рослинницької сільськогосподарської біомаси (рис. 5) [8]. Найбільший енергетичний потенціал притаманний Новосанжарському, Миргородському, Глобинському і Машівському районам – у сумі це 40% енергетичного потенціалу рослинницької сільськогосподарської біомаси області (рис. 6).

У містах і селищах міського типу Полтавської області щорічно утворюється і вивозиться на звалища близько 1,0 млн. м³ ТПВ; спостерігається тенденція зростання кількості ТПВ на душу населення. Переважна частина ТПВ видалається на полігонах та сміттєзвалищах. Загальна площа санкціонованих місць видалення ТПВ складає понад 455 га, кількість – понад 1000, з яких у незадовільному стані за всіма основними параметрами знаходиться близько 200 звалищ. Потенційна кількість утворення біогазу з полігонів і звалищ твердих побутових відходів становить 361 млн. м³, його енергетичний потенціал складає 200 млн. МВт. Це еквівалентно 4,8% теплової енергії, яка щорічно споживається в області, і може замінити спалювання 45,5 тис. т вугілля або 27, 2 тис. т мазуту [9].

Отже, сумарний потенціал ресурсів біомаси у Полтавській області досягає 13,6 млн. МВт у рік, що відповідає 2,2 млн. м³ біогазу. Його використання в біоенергетичному балансі регіону дозволить поліпшити екологічну ситуацію в регіоні, значно знизивши викиди CO₂ (на 232 тис. т) та SO₂ (на 0,8 тис. т у рік). Більш широке використання біоенергетичного потенціалу обумовлене необхідністю вирішення енергетичних проблем

Полтавської області й може привести до збільшення його частини в тепловій енергетиці регіону від 0,4% до 19,2%.

2.2. Еколого-економічне обґрунтування результатів досліджень.

На прикладі Кіровоградської області нами проведено комплексне дослідження рослинницької галузі сільського господарства (с/г), як джерела біоенергетичних ресурсів.

Кіровоградська область розташована вздовж межі двох ґрунтово-кліматичних зон – лісостепу та степу. У зв'язку з цим, в області склалися властиві тільки їй специфічні умови с/г виробництва. Наприклад, господарства центральних, північних і західних районів області з недостатнім зволоженням і рівнинно-слабохвилястим рельєфом спеціалізуються на вирощуванні зернових культур (пшениця, ячмінь), цукрових буряків і соняшнику; помірно-посушливих південних і східних районів – зернових культур (пшениці), кукурудзи та соняшнику; Придніпров'я із сильно фрагментованим рельєфом – зернових культур, переважно суцільного посіву, сої, ріпаку та кукурудзи.

За даними Держкомстату [1] землі сільськогосподарського призначення Кіровоградської області складають 2458800 га, з них – 2040400 га (83 %) займають орні с/г угіддя. Згідно [1], в структурі 17 % решти сільгоспугідь можна виокремити: пасовища – 11,1 %, сіножаті – 1,2 %, насадження багаторічних трав – 1,1 % та ін. Оскільки орні землі становлять понад 80% сільгоспугідь – рослинницьку галузь слід розглядати як перспективне джерело біопалива.

Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах» визначено норми посівних площ для всіх кліматичних зон країни. Проте, реальні дані по площах засіву відрізняються від державних норм, найбільше по соняшнику – на 30...60 % [1].

На основі даних Державного центру агропромислового розвитку області було проведено оцінювання маси вторинної сировини рослинництва (солома, стебла, лушпиння та інші непродуктивні частини рослин), яка може бути отримана з орних с/г угідь.

2.2. Еколого-економічне обґрунтування результатів досліджень.

Дослідження за три роки проводилися по 13 основних: ярої та озимої пшениці, ярого та озимого ячменю, жита, вівсу, ріпаку, гороху, сорго, соняху, кукурудзи, сої, гречки.

Оскільки інформація про збір непродуктивної частини рослин зазвичай відсутня – використаємо опосередкований спосіб розрахунку маси сировини, послуговуючись методикою [2] та даними щодо валового врожаю с/г культур. Розрахунок енергетичного біопотенціалу по районах області проводимо за наступним алгоритмом:

1 крок – за відомими площами посівів та значенням річного валового врожаю, визначаємо продуктивність Π зернової частини с/г культур:

$$\Pi = B/S, \quad (1)$$

де B – валовий врожай, кг/га, S – площа посівів, га;

2 крок – осереднюємо продуктивність Π_{CP} кожної с/г культури за період T

спостереження:

$$\Pi_{CP} = (\sum \Pi_i) / T, \quad (2)$$

де Π_i – продуктивність певної культури в i -му році, кг/га, T – кількість років;

3 крок – обчислюємо біопродуктивність ($БП$) непродуктивної частини с/г культур:

$$БП = \Pi_{CP} \cdot K_{BC}, \quad (3)$$

де K_{BC} – коефіцієнт вторинної сировини у продукції культури (співвідношення між масами продуктивної та непродуктивної частин рослини [2]);

4 крок – визначаємо біоенергопродуктивність E (Дж/га) кожної с/г культури:

$$E = BP \cdot Q_{HP}, \quad (4)$$

де Q_{HP} – нижча робоча теплота згоряння біосировини, Дж/кг;

5 крок – оцінюємо біопродуктивність нетто E_H культур з врахуванням втрат біомаси при переробці (K_{BTP}) та неенергетичного використання сировини (K_{EH}) наступним чином:

$$E_H = (1 - K_{BTP}) \cdot K_{EH} \cdot E. \quad (5)$$

Коефіцієнт K_{EH} відображає частку біосировини, що використовується у тваринництві на корм, санітарно-гігієнічні потреби тощо. Зведемо значення коефіцієнтів для розрахунку E_H до табл.2.1.

Таблиця 2.1.

Розрахункові коефіцієнти для визначення енергопотенціалу непродуктивної частини с/г культур

С/г культура*	Q_{HP} , кДж/кг	K_{BC}	K_{BTP}	K_{EH}
Жито	15461	1,9	0,1	0,5
Пшениця	17179	1,6	0,1	0,5
Овес	16131	1,6	0,1	0,4
Просо	12570	1,6	0,1	0,5
Гречка	12570	1,9	0,1	0,8
Горох	12570	1,2	0,15	0,5
Рис	12570	1,1	0,1	1
Кукурудза на зерно	13701	1,3	0,25	1
Ячмінь	15922	1,2	0,1	0,6
Ріпак	15335	1,5	0,1	1

Соя	15922	1,3	0,1	1
Сонях (стебла)	13701	2,2	0,3	1
Сонях (лушпиння)	15712	0,19	0,05	1

**Оскільки у сорго стебло є продуктивною частиною рослини, що повністю використовується (наприклад, для виготовлення віників), – з подальших розрахунків цю культуру виключаємо.*

Оцінимо масу умовного палива, яка може бути отримана по районах, шляхом розрахунку середньорічної біоенергопродуктивності E (т.у.п./га) с/г культур за 2018–2020 рр, звівши результати до табл.2.2

Таблиця 2.2

Середньорічна біоенергопродуктивність бруто (E , т.у.п./га) с/г культур по районах за 2010–2012 рр.

Культура Район	Пшениця (яра)	Пшениця (озима)	Ячмінь (ярий)	Ячмінь (озимий)	Жито	Овес	Просо	Кукурудза	Гречка	Сонях	Соя	Ріпак	Середня по району
Полтавський	0,32	0,42	0,23	0,32	0,58	0,67	0,51	1,60	0,44	1,06	0,82	0,91	0,66
Кременчуцький	0,31	0,48	0,24	0,36	0,65	0,92	0,61	2,19	0,48	1,42	0,90	1,01	0,80
Миргородський	0,32	0,47	0,30	0,38	0,54	1,05	0,72	2,17	0,45	1,42	1,02	1,13	0,83
Лубенський	0,31	0,51	0,24	0,38	0,37	0,98	0,69	2,40	0,36	1,40	1,02	1,13	0,82

З табл.2.2 видно, що по всіх районах області найбільш енергопродуктивними культурами є кукурудза, сонях, ріпак, овес, соя, жито та пшениця; при цьому сонях та кукурудза становить 40...50% від загального енергопотенціалу рослинної біомаси (брутто) по кожному району, вплив енергопотенціалу решти культур є значно нижчим.

Слід зазначити, що в паливному балансі області суттєвий потенціал має соняхове лушпиння, проте до районних балансів його не включено, оскільки лушпиння доставляється сумісно із зерном для переробки на олійжиркомбінати та є їхньою власністю. З розрахунку також впливає, що внесок в баланс E гороху (0,01...0,05 т.у.п./га) на порядок менший від інших

с/г культур, тож ним можна знехтувати. При оцінці E ярих й озимих культур (пшениці, ячменю) варто враховувати, що вони мають однакові характеристики і властивості [3, 4] та збираються одночасно.

Слід враховувати, що частину сільськогосподарських площ, відведених під висів кукурудзи, використовують як кормову базу. У кормовому конвеєрі кукурудза на силос, як і багаторічні трави, посідає провідне місце і у структурі польової кормової площі її посіви становлять 16...25 % (на Поліссі менше, в Лісостепу і Степу – більше) [5]. Тому, при оцінці біоенергопродуктивності нетто E_H кукурудзи приймаємо для Полтавської області $K_{EH} = 0,75$.

Аналіз найбільш енергопродуктивних культур показує, що кукурудза за енергопродуктивністю у більшості районів перевищує сонях в середньому на 40%.

Таблиця 2.3.

Середньорічна біоенергопродуктивність нетто (E_H , т.у.п./га) с/г культур по районах за 2018–2020 рр.

Культура Район	Пшениця (яра)	Пшениця (озима)	Ячмінь (ярий)	Ячмінь (озимий)	Жито	Овес	Просо	Кукурудза	Гречка	Сонях	Соя	Ріпак	Середня по району
Полтавський	0,14	0,19	0,17	0,13	0,26	0,24	0,23	1,20	0,32	0,74	0,74	0,82	0,42
Кременчуцький	0,14	0,21	0,19	0,13	0,29	0,33	0,27	1,64	0,35	0,99	0,81	0,91	0,51
Миргородський	0,15	0,21	0,20	0,16	0,24	0,38	0,32	1,63	0,32	0,99	0,92	1,02	0,53
Лубенський	0,14	0,23	0,21	0,13	0,17	0,35	0,31	1,80	0,26	0,98	0,92	1,02	0,53

За рахунок великих площ висіву пшениці (особливо, озимої) ця культура посідає третє місце в області за валовим збором соломи.

Видно, що різниця енергетичного потенціалу між крайніми за енергопотенціалом районами досягає 34%. Така різниця спричинена трьома основними факторами:

належністю південних районів до географо-кліматичної зони степу – зони ризикованого землеробства з більш різким впливом кліматичних коливань;

значною різницею за якістю та характером ґрунтового покриву районів; недотриманням фермерськими господарствами норм сівозміни.

Після аналізу усіх негативних чинників, що впливають на продуктивність посівних площ та врахування коефіцієнтів енергопродуктивності і втрат при обробці сировини, отримаємо мапу енергопотенціалів нетто, як.

З порівняння середніх значень біоенергетичного потенціалу області $E_{CP} = 0,78$ т.у.п./га (рис.1) та $E_{H,CP} = 0,52$ т.у.п./га випливає, що реально досяжний біоенергетичний потенціал становить близько 67% від розрахункового.

Біомаса, як джерело відновлювальної енергії, являє собою вуглецевомісткі органічні речовини рослинного та тваринного походження (деревина, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, гній, органічна частина твердих побутових відходів та, іноді, торф). Використання біомаси в Україні здійснюється, здебільшого, при термічній конверсії дров і деревних відходів та біотехнічній конверсії відходів сільського господарства, осадів каналізаційних очисних систем, твердих побутових відходів (ТПВ). Доцільність розвитку біоенергетики у конкретному регіоні країни обумовлена її геополітичним положенням, природними і соціальноекономічними умовами.

Так високий біоенергетичний потенціал лісового господарства мають Рівненська, Житомирська, Київська та Полтавська області. Найвищий біоенергетичний потенціал відходів тваринництва і птахівництва у Львівській, Вінницькій, Київській, Чернігівській, Черкаській та Дніпропетровській областях. Значний енергетичний потенціал відходів рослинницької сільськогосподарської біомаси мають Черкаська, Полтавська, Харківська, Кіровоградська, Дніпропетровська та Запорізька області [6].

В цілому по Україні найбільш перспективним на нашу думку є отримання теплової енергії з біомаси саме з органічних відходів сільського господарства. Їх раціональне використання дасть змогу вирішувати не тільки енергетичні, але й екологічні та соціальні проблеми [6].

Саме енергетичні рослини, які вирощуються для отримання енергії чи палива, у найближчому майбутньому створять конкуренцію газу та дизельному паливу. До них належать: солома зернових культур, багаторічні трави, ріпак, соя, соняшник, кукурудза, цукрове сорго, льон тощо [7].

За даними земельного обліку, що здійснюється Державною службою статистики України, загальна площа сільськогосподарських угідь на початок 2020р. становила 41,5 млн га (69% території України), з яких 32,5 млн га – площа ріллі. У структурі посівних площ 2020 року енергетичні рослини мають достатньо велику питому вагу: зернові – 55,6 %, кукурудза – 17,5 %, соняшник – 17,2 %, соя – 4,9 %, ріпак – 3,6 %, багаторічні трави – 3,4 %, сорго – 0,6 %. В Україні існує великий потенціал можливості заробляти гроші на смітті і гної (посліді), одночасно покращуючи стан навколишнього середовища, зменшуючи енергетичну залежність та підвищуючи власну енергетичну безпеку. Технічний потенціал відходів сільського господарства в країні складає 501,43 ПДж, в тому числі: первинні відходи – 415,05; вторинні відходи – 18,29; гній (біогаз) – 68,09 [8].

Водночас, використання відновлювальних джерел енергії має і свої недоліки. При їх оцінці слід відмітити, що найменша кількість негативних характеристик серед інших видів відновлювальних джерел енергії саме при використанні біопалива та біомаси. Серед основних проблем на які необхідно звернути увагу слід вказати диспропорцію у структурі посівних площ, невідповідність між потребою у кількості сировини для переробки та можливості її виробництва без зменшення обсягів вирощування продовольчих культур. Продовжуються й дискусії щодо раціональності виготовлення біодизелью з ріпакової олії, тому що для заправки одного автомобіля протягом року, її необхідно приблизно 1500 літрів [8].

З тонни насіння ріпаку можна отримати майже 300 кг (30%) олії, з якої виробляють близько 270 кг біодизеля. Тобто, для задоволення потреб заправки одного автомобіля необхідно приблизно 5,5 тонн насіння. При врожайності цієї культури 30 ц з 1 га посівна площа становить – 1,8 га. Заважають розвитку енергетики, в основному, економічні причини, зокрема, субсидування державою цін на блакитне паливо та відсутність обґрунтованих «зелених» тарифів на електричну енергію, отриману з біогазу та твердих побутових відходів тощо.

Отже, сталий розвиток суспільства можливий лише за умови подолання глобальної енергетичної кризи. На сьогодні є принаймні два головні шляхи. Перший – це енергозбереження, а другий – упровадження і використання нетрадиційних (альтернативних) та відновних джерел енергії. Як зазначено у «Стратегії національної модернізації України 2025»: екологізація використання енергетичних ресурсів сприятиме завершенню наукових розробок та початку широкого застосування нових альтернативних джерел енергії – воднева енергетика та біоенергетика, в якій серед решти відновлювальних джерел особливого значення набуде енергія біомаси. Результатом її широкого застосування є диверсифікація джерел енергозабезпечення і зрештою перехід до поступової заміни традиційних енергетичних ресурсів на більш екологічно безпечні види палива

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

З метою гарантування безпеки здоров'я та життя працівників сільськогосподарських підприємств в Україні прийнято низку нормативно-правових актів, які становлять основу правової охорони праці в аграрному секторі економіки. Правова охорона здоров'я працівників сільськогосподарських підприємств - це чинна на основі відповідних законодавчих та інших нормативно-правових актів система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Регулювання суспільних відносин, що виникають у процесі реалізації названих заходів зі створення безпечних для життя та здоров'я людини умов праці у сільському господарстві, здійснюється за допомогою законодавчих та інших нормативних актів загального і спеціального призначення. Загальні норми поширюються на забезпечення охорони праці у всіх галузях народного господарства. До них належать: Кодекс законів про працю України, Господарський кодекс України, Закони України «Про охорону праці», «Про колективне сільськогосподарське підприємство», «Про сільськогосподарську кооперацію», «Про кооперацію», «Про фермерське господарство», «Про пестициди і агрохімікати», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» та інші. При цьому необхідно наголосити, що чинне законодавство про охорону праці поширюється на всіх працівників, що перебувають у трудових відносинах з підприємствами, установами, організаціями незалежно від форм власності і господарювання, в тому числі з окремими (приватними) роботодавцями, фермерськими господарствами, а також на членів кооперативів та їх об'єднань,

колективних сільськогосподарських підприємств, фермерських господарств тощо.

З урахуванням специфіки сільськогосподарського виробництва загальні вимоги названих законодавчих актів конкретизуються у спеціальних (галузевих) нормативних актах, а саме: в різних правилах, інструкціях, положеннях стосовно виконання робіт із сільгоспмашинами, отрутохімікатами, тваринами тощо. У разі виконання робіт, які не охоплюються цими правилами, сільськогосподарські товаровиробники мають користуватись загальними і галузевими правилами техніки безпеки інших відомств, що поширюються на сільське господарство постановами ЦК профспілки працівників сільського господарства. До системи нормативних актів, що забезпечують належні умови праці у сільськогосподарських та інших підприємствах АПК, можна віднести також локальні нормативні акти, які приймаються органами управління сільськогосподарських підприємств, зокрема, Статути, Правила внутрішнього розпорядку колективних підприємств, виробничі інструкції, пам'ятки та інші посібники з техніки безпеки і виробничої санітарії тощо.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Безпека праці — умови праці на об'єктах матеріального виробництва, зокрема промисловості, транспорту тощо, що виключають вплив небезпечних і шкідливих факторів на працюючих. Безпека праці підтримується шляхом виконання комплексу заходів щодо запобігання травматизму, захворювань і аварій.

Вимоги безпеки до виробничого обладнання та організації робочих місць Обладнання, що надається працівникам та ними використовується за призначенням, має бути технічно справним і відповідати:

- вимогам технічних регламентів, якщо обладнання виготовлене після дати обов'язкового застосування відповідних технічних регламентів, що поширюються на це обладнання;

- загальним вимогам безпеки до обладнання, що зазначені у нормативно-правових актах з охорони і гігієни праці та відповідних нормативних документах на його виготовлення, якщо обладнання виготовлене до дати обов'язкового застосування відповідних технічних регламентів, що поширюються на це обладнання.

Обладнання, під час експлуатації якого можливе виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони, має бути обладнане місцевою вентиляцією. Пуск місцевої вентиляції має бути заблокований із пуском технологічного обладнання.

Рівень шуму виробничого обладнання не має перевищувати встановлених норм. У разі перевищення допустимих норм шуму робочої зони працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту органів слуху.

Струмопідвідні проводи до електрифікованих машин і установок у виробничих приміщеннях мають бути ізольовані і захищені від механічного пошкодження.

Трубопроводи, запірна арматура, насоси і вмістища, розміщені у теплицях, які використовують під час застосування гербіцидів та агрохімікатів, мають бути герметично закритими. Гальма засобів малої механізації (підвісних транспортних ліній, стрічкових транспортерів, електричних талів, візків, що переміщуються надґрунтовими регістрами тощо), які застосовують під час збирання урожаю і транспортування його у складські приміщення, мають бути справними та заблокованими з пусковими пристроями. Вимоги безпеки під час експлуатації сільськогосподарської техніки.

Експлуатація сільськогосподарських машин (сільськогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем складових частин та

окремих технічних вузлів) має здійснюватися з урахуванням вимог експлуатаційної документації.

Вузли та елементи сільськогосподарських машин, що рухаються, обертаються та можуть становити небезпеку, мають бути огорожені захисними кожухами, які забезпечують безпеку працівників.

Перед виконанням робіт треба переконатися, що дроти повітряних ліній електропередач не буде зачіпати техніка, проїжджаючи під ними. Під час проїзду сільськогосподарської техніки потрібно дотримуватися безпечної дистанції.

Не дозволяється:

- експлуатація несправних машини та обладнання;
- експлуатація сільськогосподарських тракторів без електростартерного запуску двигуна та з відсутньою або несправною системою блокування запуску двигуна за ввімкнутої передачі.

Відповідно до Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджених наказом Міністерства соціальної політики України від 29 серпня 2018 р. № 1240 (далі - Правила), передбачені:

- Вимоги безпеки під час одержання продукції рослинництва (Розділ IV Правил)
- Вимоги безпеки під час одержання продукції тваринництва (Розділ V Правил)
- Вимоги безпеки під час утримання великої рогатої худоби (Розділ VI Правил)
- Вимоги безпеки під час утримання коней (Розділ VII Правил)
- Вимоги безпеки під час утримання свиней (Розділ VIII Правил)
- Вимоги безпеки під час гужових переїздів та перевезень (Розділ IX Правил)
- Вимоги безпеки під час утримання птиці (Розділ X Правил)
- Вимоги безпеки в бджільництві (Розділ XI Правил)

Відповідно до ст. 38 Закону України «Про охорону праці» державний нагляд за дотриманням законодавства та інших нормативних актів про охорону праці здійснюють:

Державний департамент з нагляду за охороною праці, його територіальні управління в областях та державні інспекції;

органи, установи і заклади Державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ та інших центральних органів виконавчої влади;

Головне управління державної пожежної охорони МНС, територіальні й місцеві органи державного пожежного нагляду;

Головна державна інспекція з нагляду за ядерною безпекою (Держатомінспекція) та Державна екологічна інспекція (в частині нагляду за безпечним використанням джерел іонізуючого випромінювання), які належать до Мінекобезпеки, і підпорядковані їм інспекції на місцях.

З метою гарантування безпеки здоров'я та життя працівників сільськогосподарських підприємств в Україні прийнято низку нормативно-правових актів, які становлять основу правової охорони праці в аграрному секторі економіки. Правова охорона здоров'я працівників сільськогосподарських підприємств - це чинна на основі відповідних законодавчих та інших нормативно-правових актів система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Регулювання суспільних відносин, що виникають у процесі реалізації названих заходів зі створення безпечних для життя та здоров'я людини умов праці у сільському господарстві, здійснюється за допомогою законодавчих та інших нормативних актів загального і спеціального призначення. Загальні норми поширюються на забезпечення охорони праці у всіх галузях народного господарства. До них належать: Кодекс законів про працю України, Господарський кодекс України, Закони України «Про охорону праці», «Про колективне сільськогосподарське підприємство», «Про сільськогосподарську

кооперацію», «Про кооперацію», «Про фермерське господарство», «Про пестициди і агрохімікати», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» та інші. При цьому необхідно наголосити, що чинне законодавство про охорону праці поширюється на всіх працівників, що перебувають у трудових відносинах з підприємствами, установами, організаціями незалежно від форм власності і господарювання, в тому числі з окремими (приватними) роботодавцями, фермерськими господарствами, а також на членів кооперативів та їх об'єднань, колективних сільськогосподарських підприємств, фермерських господарств тощо.

З урахуванням специфіки сільськогосподарського виробництва загальні вимоги названих законодавчих актів конкретизуються у спеціальних (галузевих) нормативних актах, а саме: в різних правилах, інструкціях, положеннях стосовно виконання робіт із сільгоспмашинами, отрутохімікатами, тваринами тощо. У разі виконання робіт, які не охоплюються цими правилами, сільськогосподарські товаровиробники мають користуватись загальними і галузевими правилами техніки безпеки інших відомств, що поширюються на сільське господарство постановами ЦК профспілки працівників сільського господарства. До системи нормативних актів, що забезпечують належні умови праці у сільськогосподарських та інших підприємствах АПК, можна віднести також локальні нормативні акти, які приймаються органами управління сільськогосподарських підприємств, зокрема, Статути, Правила внутрішнього розпорядку колективних підприємств, виробничі інструкції, пам'ятки та інші посібники з техніки безпеки і виробничої санітарії тощо.

ВИСНОВКИ

Україна володіє значним потенціалом біомаси, який є економічно доцільним для виробництва енергії. В залежності від врожайності основних сільськогосподарських культур цей потенціал коливається в межах 27-37 млн т у.п. на рік, що становить 13-18% споживання первинних видів палива в

Україні. За оцінками Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України в середньому річний технічно-досяжний потенціал біоенергетики складає 31 млн т у. п. (в т.ч. електрична – 10,3 млн т у. п.; тепла – 20,7 млн т у. п.).

Біоенергетика посідає чільне місце серед усіх інших видів відновлюваної енергетики. За даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, з 2017 р. по 2019 р. встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики, що працюють за "зеленим" тарифом, зросла у 4,42 рази. За матеріалами Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики, станом на 01 січня 2020 р. встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики, які виробляють електроенергію з відновлюваних джерел, становить 645 МВт, із яких 234,8 МВт (36 %) були введені в експлуатацію протягом 2019 р.

Сталий розвиток суспільства можливий лише за умови подолання глобальної енергетичної кризи. На сьогодні є принаймні два головні шляхи. Перший – це енергозбереження, а другий – упровадження і використання нетрадиційних (альтернативних) та відновних джерел енергії. Як зазначено у «Стратегії національної модернізації України 2025»: екологізація використання енергетичних ресурсів сприятиме завершенню наукових розробок та початку широкого застосування нових альтернативних джерел енергії – воднева енергетика та біоенергетика, в якій серед решти відновлювальних джерел особливого значення набуде енергія біомаси. Результатом її широкого застосування є диверсифікація джерел енергозабезпечення і зрештою перехід до поступової заміни традиційних енергетичних ресурсів на більш екологічно безпечні види палива.

Проведення порівняльного аналізу районів Полтавської області за біоенергоресурсним потенціалом дозволяє виявляти найпродуктивніші з них, де раціонально споруджувати пелетнобрикетні фабрики і, в першу чергу, здійснювати перехід від традиційних схем опалення (газ, вугілля) до альтернативних.

По всіх районах Полтавської області у природно-кліматичних зонах степу та лісостепу найбільш енергопродуктивними культурами є кукурудза, сонях, ріпак, ячмінь, жито та пшениця; при цьому кукурудза з соняхом становить 40...50% від загального енергопотенціалу рослинної біомаси (брутто) по кожному району, вплив енергопотенціалу решти культур є значно нижчим.

Оскільки реально досяжний біоенергетичний потенціал становить близько 67% від розрахункового, необхідно впроваджувати новітні технології, які знизять неенергетичне використання сировини (КЕН) в галузі тваринництва (корм, санітарногігієнічні потреби тощо) та втрати біомаси при переробці (КВТР). Слід також інтенсифікувати інформаційні та нормативні заходи щодо стимулювання фермерських підприємств до збереження вторинної сировини рослинництва та переробки її на біопаливо.