

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: **«Аналіз стану перспектив використання відходів
сільського господарства в енергетичному секторі Полтавської
області»**

Виконала: здобувачка вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Агроекологія»

спеціальності 101 Екологія
ступеня вищої освіти магістр
групи 101 Екол_мд_11

Кузенко Людмила Юріївна

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

Рецензент: Кулик М.І., д.с.-г.н., професор

Полтава – 2021 року

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	5
РОЗДІЛ I. БІОЕНЕРГЕТИКА – ОДИН ІЗ СТРАТЕГІЧНИХ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ СЕКТОРУ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	8
1.1. Використання відновлюваних джерел енергії в Україні та світі.....	11
1.2. Аналіз та класифікація відновлюваних джерел енергії.....	12
1.3. Місце біомаси у серед відновлюваних джерел енергії.....	17
РОЗДІЛ II. ПРОБЛЕМА ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.....	23
2.1. Шляхи утилізації та використання відходів сільського господарства.....	25
2.2. Перспективи використання біомаси для біоенергетики.....	26
2.3. Поняття біоенергетичного енергетичного потенціалу та його характеристика.....	27
РОЗДІЛ III. ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
РОЗДІЛ IV. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
РОЗДІЛ V. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	37
5.1. Енергетичний потенціал відходів зернобобових.....	37
5.2. Енергетичний потенціал відходів соняшнику.....	39
5.3. Енергетичний потенціал відходів ВРХ.....	41
5.4. Енергетичний потенціал відходів свиней.....	44
5.5. Енергетичний потенціал відходів птиці.....	45
РОЗДІЛ VI. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	46
РОЗДІЛ VII. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА.....	47
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
АНОТАЦІЯ.....	55
ДОДАТКИ.....	57

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сприятливі кліматичні умови, тип ґрунтів та водні ресурси мають позитивний вплив на розвиток і розміщення сільського господарства в Україні. Структура сектору сільського господарства в Україні складається із рослинницької та тваринницької галузей що є потужним джерелом різних видів відходів та представляють собою біомасу, придатну для виробництва енергії. Разом з тим актуальним залишається оцінка біоенергетичного потенціалу сільськогосподарської біомаси Полтавської області у контексті реформування адміністративно-територіального розподілу. Крім того, це є підґрунтям для розрахунку та аналізу видів, локалізації та необхідних потужностей переробки біомаси. Оцінка біоенергетичного потенціалу сільськогосподарської біомаси дає можливість економічної оцінки ніші, яку сільськогосподарські виробники області можуть потенційно зайняти на ринку енергоресурсів.

Мета дослідження стало оцінити енергетичний потенціал відходів сільського господарства. **Завдання дослідження** передбачали розрахунок кількості відходів від рослинницької та тваринницької біомаси, розрахунок показників біоенергетичного потенціалу (МВт/рік), виходу біогазу (млн.м³/рік), заміщення органічного палива (тис. т. ум. п./рік). Оцінку біоенергетичного потенціалу рослинництва проводили за наступними видами культур: зернобобові, соняшник, овочеві культури. Оцінку біоенергетичного потенціалу тваринництва проводили за наступними видами відходів: ВРХ, свиней та птиці.

Об'єктом досліджень була територія Полтавської області, а саме її адміністративно-територіальний розподіл. **Предметом дослідження** став енергетичний потенціал відходів рослинницької та тваринницької біомаси.

Методи досліджень. Під час проведення дослідження були використані методи збору інформації, розрахункові, аналітичні методи.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що автором розраховані показники біоенергетичного потенціалу відходів сільського

господарства у розрізі районів за актуальною статистичною інформацією та проведений аналіз кожного показника на рівні районів Полтавської області.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що дослідження у галузі відновлюваних джерел енергії мають світовий рівень, особливо в умовах енергетичної кризи. Проведені дослідження біоенергетичного потенціалу біомаси виконані в масштабі області, детальна оцінка потенціалу Полтавського регіону може стати економічним підґрунтям для формування регіонального сектору біоенергетики на локальному рівні.

Особистий внесок здобувача: збір необхідних для проведення дослідження даних; пошук та апробація методики проведення дослідження, проведення розрахунків, побудова картограм, аналіз показників дослідження у розрізі районів Полтавської області, узагальнення результатів дослідження та формування висновків.

Апробація результатів роботи. Результати роботи апробовані на III Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Ефективне функціонування екологічно стабільних територій у контексті стратегії сталого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти». Полтава, 2019 рік.

Публікації:

1. Вадімов В., Яровий І, Плаксієнко І., Горбонос В., Кузенко Л., Костюченко Ю. Моніторинг повітряного середовища міста Полтава. III Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Ефективне функціонування екологічно стабільних територій у контексті стратегії сталого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти». 12.12.2019р., Полтава: ПДАА, 2019. С.156-160.
2. Тараненко А.О., Цьова Ю. А., Серeda М.С., Кузенко Л.Ю., Солодовник М.А. Потенціал біомаси відходів сільського господарства для виробництва біоенергетики в полтавській області. *Вісник ПДАА*. 2021. №4. – прийнято друку.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із 57 сторінок тексту, 13 рисунків, додатків. Зміст роботи викладено у 7 розділах. Список використаної літератури становить 32 джерела.

РОЗДІЛ 1.

БІОЕНЕРГЕТИКА – ОДИН ІЗ СТРАТЕГІЧНИХ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ СЕКТОРУ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Все частіше у засобах масової інформації ми зустрічаємо словосполучення «біоенергетика». Біоенергетика – це одна з галузей енергетики, яка спрямована на використання біопалива, яке виготовляється з біомаси – органічної речовини, яка постійно потрапляє під біологічний розклад, це можуть бути відходи тваринництва, рослинництва, лісового господарства та галузей, які з ним зв'язані. Високі ціни на традиційні енергоносії змушують задуматись про наявність розвитку біомаси, яка досяжна для енергетичного використання. Темпи розвитку звісно трішки відстають від європейських, але для розвитку цього сектору Україна має достатній потенціал. Освоєння такого альтернативного виду енергетики забезпечує екологічно вигідне виготовлення енергії, яке збільшує цикл кругообігу речовин у сфері людської діяльності та допоможе зменшити залежність держави від імпорتنих енергоносіїв. [1]

Біоенергетика це так би мовити місцевий ринок, для посилення інфраструктури, збільшення робочих місць для жителів певних місцевостей. Україна має високу залежність від імпорتنих енергоносіїв в основному від запасів природного газу, тому галузь біоенергетики є одним із відкритих питань необхідних для вирішення стратегічних напрямів розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, це є необхідною умовою, щоб стати самостійною країною з вироблення «зеленої енергетики». Ефективна взаємодія сталого розвитку та біоенергетики з легкістю може вирішити важливі для України питання: знизити виробничі витрати у сільському господарстві; зменшити забруднюваність навколишнього середовища; підвищити енергетичну безпеку та незалежність від інших країн; створити нові робочі місця, а як результат збільшити надходження у державний бюджет.

На сьогодні часка біомаси у кінцевому валовому енергоспоживанні складає 1,78%. Кожного року для виробництва енергії в Україні використовується близько 2 млн. т на рік. різноманітної біомаси. Найбільший відсоток економічно доцільного потенціалу понад (80%) припадає на деревину, для інших видів біомаси цей показник низький, винятково тільки лушпиння соняшнику.

Розповсюджені види біомаси, які в нашій країні використовуються для отримання палива і його використання з подальшим продукуванням теплової або електричної енергії: плодова біомаса, відходи тваринництва, птахівництва, солома, стебла кукурудзи, соняшника, деревина її відходи та продукти переробки (дрова, брикети, тріска), рослинні відходи та відходи харчової промисловості (торф).

Сільськогосподарську біомасу класифікують на первинну – вона є побічним продуктом рослинництва (стебла кукурудзи, солома, стебла соняшника); вторинну – отримують при переробці сільськогосподарської продукції (лушпиння, жом, макуха, тощо), гній. [2]. Загалом до рослинницької біомаси відносять: рослини з високим вмістом сухої речовини; дерева, сорти яких швидко ростуть; маслянисті рослини для виробництва рідкого біопалива та біодизелю; придатні для силосування польові культури і для виробництва біогазу; польові культури для переробки в етанол.

Відновлювана енергетика розвивається дуже активно та інтенсивно в Україні та у всьому світі. Частка відновлюваної енергетики на виробництві електроенергії у розвинених країнах становить приблизно 25%, в європейських країнах цей показник становить 35%. Вітрова та сонячна енергії займають найбільші обсяги виробленої електроенергії. З кожним роком виробництво електроенергії з відновлюваних джерел енергії зростає. Порівняно з 1990 у 2018 році для гідроенергії становить 0,7%, для сонячної енергії 33%, енергія вітру 20%, для усіх джерел виходить 1,3% на рік. [3]

Щонайменше 7,8 млрд, м³ у рік становить потенціал генерації біометану – отримане з біогазу газоподібне паливо, концентрація якого становить 95-98%, в Україні це приблизно 25% від поточного споживання газу. В Самбірському районі с. Луки у 2014 році запустили перше в Україні підприємство виготовлення біодизелю з ріпаку. Його потужністю понад 25 тонн палива. Заплановано будівництво 4 електростанцій на біомасі у Полтавській, Одеській, Харківській та Миколаївській областях. З лушпиння соняшнику всі разом вони вироблятимуть 338,5 тис. МВт електроенергії на рік. Також у Хмельницькій області планується будівництво електростанції, яка працюватиме на соломі та продукувати 130 МВт теплової потужності 46,6 МВт електричної потужності.

На даний час в Україні у паливно – енергетичному комплексі використовується 40% природного газу, та невелика частка відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), тому потребує вивчення та впровадження додаткового енергетичного ресурсу на основі використання органічних решток.

Україна відноситься до енергодефіцитних країн, забезпечуючи потреби в енергоносіях на 50%, а в нафті лише на 10 – 12%, в природному газі до 30%, це неабияк загрожує безпеці нашої країни. Вважається, що 50% залежність народного господарства від імпорту нафти і нафтопродуктів має критичний рівень, перевищуючи його енергетична безпека держави стає під загрозою. Якщо так і далі зберігати нинішні тенденції, прогнози не дуже втішні, адже залежність Європи від імпорту нафти в недалекому майбутньому буде складати близько 70%. Розвинуті країни вже зараз ведуть інтенсивну роботу та розробляють сучасні технології використання енергії з біологічної сировини рослинного походження, щоб замінити викопні енергоносії. Тому одним із актуальних завдань залишається введення в енергетичний баланс України біологічних видів палива, які є поновлюваними ресурсами акумульованої сонячної енергії. Такі вагомні кроки зможуть дати шанс зменшити використання непоновлюваних джерел енергії та

забруднення природного середовища парниковими газами та токсичними речовинами [4].

1.1. Використання відновлюваних джерел енергії в Україні та світі

Роль відновлюваної енергетики, як важливої енергетичної галузі з кожним роком зростає. Вичерпуються традиційні джерела енергії, нетрадиційні (природні) такі як сонячна, вітрова та теплова енергії, які враховуючи сучасні події стають актуальнішими та швидко доступними за рахунок сучасних технічних досягнень. У різних країнах світу відновлювана енергетика має підтримку на державному рівні, та має спрямування зменшити видобуток та споживання вичерпних традиційних джерел, яке в результаті позитивно вплине на підвищення державної енергетичної безпеки.

Зростання населення означає, що використання енергії збільшується, адже таким чином людина задовольняє свої потреби. В даний час населення світу перевищує 7,2 мільярдів, тому і потреба в енергії на одну людину збільшується, для прикладу в ЄС споживання енергії становить 125 кВт год на людину на день. Представлення окремих джерел пов'язане з певною галуззю промисловості, географічним розташуванням досліджуваної території а також часовим аспектом.

У світі спостерігається активний розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), щоб поступово витіснити традиційні енергоносії. Світові інвестиції у 2015 році склали рекордні 349 мільярдів доларів. У нововстановлених потужностях частка відновлюваної енергетики в світі склала 50%, Європейський союз має показник 87%. Стрімкий розвиток ВДЕ та рекордні інвестиції підтверджують, що перехід цілком можливий та прибутковий. [5]

Протягом останніх років в Україні можна простежити поступове зростання встановлених потужностей відновлюваних джерел енергії, але досить складна економічна ситуація в країні вплинула на досягнення мети. Станом на 2016 рік було встановлено 1117 МВт потужностей ВДЕ, які виробляють 1% електроенергії. Вітрові та сонячні електростанції займають

найбільшу частку відновлюваних джерел, у 2016 році на них було вироблено 925 ГВт/год та 492 ГВт/год електроенергії.

Головним стимулом для розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні є система «Зелених тарифів», в Україні один з найвищих в Європі він складає 18,09 євроцентів (близько 5,5 грн.) за 1 кВт-год на електроенергію, вироблену сонячними установками потужністю до 30 кВт.

За умовою стабільного розвитку очікується, що до 2040 року у світі енергія з відновлюваних джерел буде забезпечувати до 2/3 від усього виробництва електроенергії. На даний період часу у світі електроенергія з відновлюваних джерел найбільше споживається в енергетичному секторі, повільніше в промисловому, побутовому секторах та будівництві.

Найбільшу частину серед усіх відновлюваних джерел займає виробництво гідроенергії – 50%, частка вітрової енергії порівняно з 2019 роком зросла на 0,3 % (3,8 ТВт/год).

В 2018 році в розвинених країнах світу вітрові турбіни виробили 26%, порівняно з 1990 роком виробництво такого виду енергії збільшилось з 3,8 до 745,2 ТВт/год. Найвища генерація спостерігається в розвинених країнах Європи, близько 52,8% від загального виробництва, пріоритетними за виробництвом вітрової енергії у 2018 році були Німеччина – 111,6 ТВт/год, США – 277,9 ТВт/год та Великобританія 57,1 ТВт/год. [3,5,6]

1.2. Аналіз та класифікація відновлюваних джерел енергії

В українському законодавстві чітко розмежовані поняття «альтернативні джерела енергії» та «відновлювані джерела енергії». Альтернативні джерела включають в себе не тільки відновлювані джерела енергії, але і вторинні енергетичні ресурси. На законодавчому рівні такі визначення вперше з'явилися в Законі України «Про енергозбереження» від 1 липня 1994 р.: «відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні

ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів» [7].

На законодавчому рівні необхідно закріплювати правові, екологічні, організаційні аспекти альтернативних джерел енергії, зокрема відновлюваних, адже такі види енергетики з кожним днем набирають обертів у своєму розвитку. Саме тому у 2003 році був прийнятий закон «Про альтернативні джерела енергії» тому в ньому висвітлено таке визначення: «Альтернативні джерела енергії – відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергетичного потенціалу технологічних процесів» [8].

На сьогодні існують альтернативні та традиційні джерела енергії. Вугілля, нафта, газ – відносяться до традиційних джерел, їх недоліком є те, що вони невідновлювані. Колись неодмінно навіть найбагатші родовища вичерпають себе, тому нові варіанти видобутку енергії стають дедалі актуальніше та спонукають визнавати попит на використання інших енергоносіїв.

Найголовнішим та найбільш значимим чинником є вплив на екологію планети, адже викиди парникових газів, які утворюються при спалюванні корисних копалин, порушують кліматичний баланс. В результаті зміни клімату все більш відчутні, щоб знизити темпи існує лише один спосіб – це перейти на альтернативні (відновлювані) джерела енергії, до них відносять: кінетичну енергію руху повітряних мас (вітер); енергію морських відпливів та припливів; кінетичну енергію водного потоку (річки); сонячне електромагнітне випромінювання; теплову енергію гарячих джерел.

Існує два основних напрямки сонячної енергетики: сонячна електроенергетика, яка перетворює сонячну енергію в електричну та сонячна теплоенергетика, такої від енергії перетворює сонячну енергію в теплову для потреб опалення, гарячого водопостачання та інших потреб тепла. До такого виду енергетики також відносять отримання тепла в процесі спалювання відновлюваного палива – паливних пелет, біоетанолу, біогазу.

Сонячна енергетика досить рідкісне явище для України, не часто можна побачити на дахах будівель сонячні батареї, але незважаючи на це темпи розвитку такого виду енергії поступово збільшується на території нашої країни, на це впливає кілька головних факторів: розвиток транспорту та телекомунікацій; розробка віддалених родовищ корисних копалин; утилізація відходів; прогрес споживання енергії в побуті (постачання освітлення та опалення; живлення побутової техніки); технічне переозброєння армії. [9]

Головною перевагою сонячної енергетики – екологічність та відсутність шкідливих викидів в атмосферу. Недоліком вважається нерівномірність одержуваної потужності протягом певного періоду. Наприклад вночі, дощову, або похмуру погоду продукування енергії припиняється, а у сонячні дні навпаки перевищує попит, тому виникає необхідність в акумуляторах. Енергія сонця безпечна для довкілля, а середньорічна кількість сумарного випромінювання на території України становить - 1 070 кВт·год/м. кв., в Північній частині – до 1 400 кВт·год/м. кв. Максимально ефективно фотоенергетичне обладнання може експлуатуватися протягом 7 місяців (квітень – жовтень). [4]

Геліостанції – станції, що працюють на сонячній енергії, головною взагалі безшумні. Суттєвий дефект тільки від того, що вони займають велику територію (1 МВт потужності займає 1,5 га землі) та вихід енергії непостійний.

Щоб перетворювати сонячну енергію на електричну потрібно в першу чергу орієнтуватися на застосування фотоелектричних пристроїв. Наявність

резерву сировини промислової науково – технічної бази для створення фотоелектричних пристроїв може задовольнити наші потреби, але й частину відправляти на експорт. В цілому всього 18 сонячних днів на Землі мають скільки ж енергії, що і запаси природного газу, нафти та вугілля в цілому.

Переваги сонячної енергетики: сонячна енергія – безкоштовне джерело енергії, яке складається із світла від сонця та променистого тепла, знайшовши своє застосування уже в багатьох сучасних технологіях, наприклад фотоелектрика, штучний фотосинтез, сонячна теплова енергія, сонячна архітектура та система сонячного нагріву; витрати тільки на сонячні панелі та обладнання; чимала кількість пільг, програм та знижок, які можуть зменшити рахунки на електрику, вони призначені для симулювання використання сонячної енергії для «Зеленого тарифу». [10]

Альтернативна енергія вітру здавна використовувалася людиною, адже вітер – відновлюване джерело енергії. прикладом цього є вітряки (млинарська справа), для перекачування води або нафти. Вітрова енергетична установка – це сучасний вид млина, використовує кінетичну енергію рухомих повітряних мас в електричну. Декілька десятків вітрогенераторів, які знаходяться під однією мережею утворюють вітрову електростанцію, вітроустановка виробляє більше енергії, якщо висока швидкість вітру, також вагомою умовою стабільного функціонування є повторюваність та рівномірність вітрових навантажень.

Найбільш привабливими регіонами для використання в Україні є: Закарпаття, Прикарпаття, Миколаївська, Херсонська та Одеська області, узбережжя Чорного та Азовського морів, гірські райони тимчасово окупованих територій АР Крим. Але, для ефективної роботи у конкретному регіоні середньорічна швидкість вітру має становити 5 м/с., для цього потрібно заздалегідь напередодні проаналізувати метеорологічні дані за останні 10 -15 років.

Українська вітроенергетика почала зароджуватись ще у 1996 році. Перша вітроелектростанція (ВЕС) почала функціонувати у 2015 році на

Західній Україні – Старий Самбір – 1, сьогодні їх близько 14 на території України [11]. Беззаперечні переваги вітрових установок: дешевий та відновлюваний вид альтернативної енергетики; 3000 Вт і більше саме такі показники вихідних потужностей електростанцій можуть досягати вітрові електростанції; ідеальні для експлуатації у віддалених районах, найчастіше використовують для забезпечення електроенергією будинків для відпочинку, дачних та туристичних будиночків, вітрильних човнів та інших споруд; не завдають шкоди екології, адже не утворюють побічних викидів, вихлопних газів та є економічно вигідним та надійним вкладенням для електропостачання різноманітних об'єктів.

Недоліком таких станцій є: займають досить велику площу і для задоволення необхідного ефекту мають розміщуватись на достатній висоті; такими видами поновлюваних джерел неможна управляти, тому кожен день кількість енергії може відрізнятись одна від одної, внаслідок недостатньої кількості електроенергії, потрібне додаткове резервне живлення, що працює на викопному паливі; робота цих установок може супроводжуватись високим рівнем шуму та телевізійними перешкодами, тому відомі випадки захворювання людей, які проживають поряд на «синдром вітрових турбін», часті головні болі та інші симптоми від впливу низькочастотних вібрацій та шумів; гинуть перелітні птахи, які потрапляють у лопаті генератора.

Гідроенергетика – вид альтернативного джерела енергії, комплекс штучних та природних систем, рухомий водний потік, який внаслідок перетворює кінетичну енергію в електроенергію. Встановлюються на річках і за допомогою дамб утворюють природну течію з перепадами рівнів водяної поверхні. Вода переливається з верхнього в нижній бар'єр під впливом сили тяжіння, у яких розташовані гідротурбіни. Генератори, які працюють за рахунок природної течії - міні ГЕС, інші функціонують за рахунок морських хвиль, але такий вид поки що на етапі тестування. Лопаті турбін розкручуються водним потоком і механічна енергія переходить на гідрогенератор, який продукує електроенергію. Значної економії паливно –

енергетичних ресурсів України, можна досягти за використання потенціалу малих річок та може забезпечити електроенергією важкодоступні та віддалені райони [12]. В Україні гідроенергетика розвивається швидкими темпами, споруджують великі та малі ГЕС, реконструюють ті, що вже працювали. Світовий видобуток енергії складає 20%, тому провідні країни ставлять собі за ціль до 2030 році перейти на 100% відновлюваних джерел енергії.

1.3. Місце біомаси у серед відновлюваних джерел енергії

Біомаса – органічна речовина, яка постійно потрапляє під біологічний розклад, це можуть бути відходи тваринництва, рослинництва, лісового господарства та галузей, які з ним зв'язані. Розповсюджені види біомаси, які в нашій країні використовуються для отримання палива і його використання з подальшим продукуванням теплової або електричної енергії це можуть бути: плодова біомаса, відходи тваринництва, птахівництва, солома, стебла кукурудзи, соняшника, деревина, її відходи та продукти переробки (дрова, брикети, тріска), рослинні відходи та харчової промисловості (торф) [13].

Біоенергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектору поновлюваних джерел енергії, з огляду на високу залежність від природного газу, і великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. Розвиток біоенергетики у світі на пряму пов'язаний із глобальними екологічними проблемами, зокрема зі зміною клімату. Для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року Європейський Союз прогнозує збільшити мінімальну частку біоенергетики від всієї енергії до 25%. Що дасть змогу зменшити кількість емісій у навколишнє середовище на 55% (рис.1).

EU energy mix evolution 55 percent lower emissions in 2030 compared to 1990 and climate neutrality in 2050

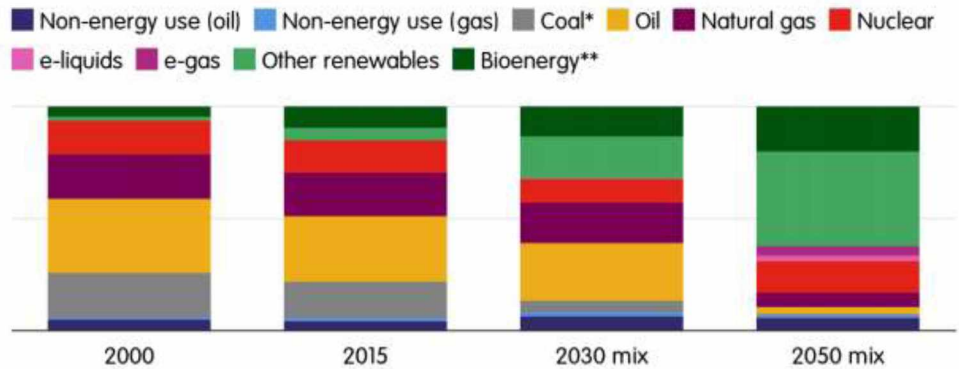


Рис.1. Кількість емісій у навколишнє середовище від джерел виробництва енергії, 2000-2050р.р.

У контексті боротьби зі змінами клімату розвиток біоенергетики дозволяє не тільки зменшити кількість емісій у навколишнє середовище, але й утримати підвищення глобальної температури у межах 2 С.

Станом на 2018 рік у світі відновлювана енергетика складає 14% від загального виробництва енергії (рис.2). Найбільше енергії виробляється використовуючи нафтопродукти (31%), природне вугілля (27%), природний газ (23%).[12]

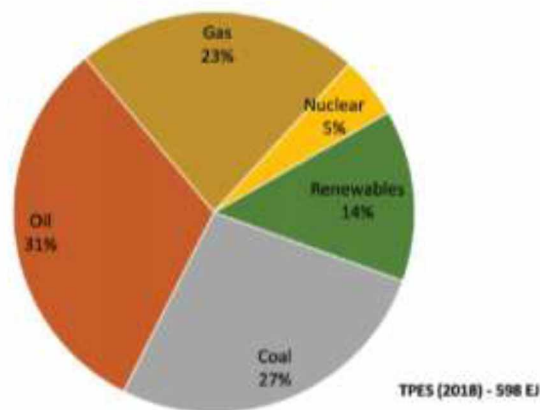


Рис.2. Загальне виробництво енергії у світі , 2018 р.р.

Джерело: <https://worldbioenergy.org/uploads/201210%20WBA%20GBS%202020.pdf>

На жаль, темпи розвитку біоенергетики в Україні до сих пір істотно відстають від європейських. На сьогоднішній день частка біомаси в

загальному постачанні первинної енергії в країні становить лише 1,2%, а у валовому кінцевому енергоспоживанні (за оцінкою авторів) - 1,78%. Але Україна має значний потенціал та економічні передумови для виробництва відновлюваної енергії. [14]

Серед основних джерел біоенергетики головне місце займає біомаса. Світова динаміка (2000-2018 р.р.) використання відновлюваних джерел свідчить про збільшення частки використання біомаси для виробництва енергії. Так, з 2000 року відсоток використання біомаси збільшився на 13,1 % (рис. 3).

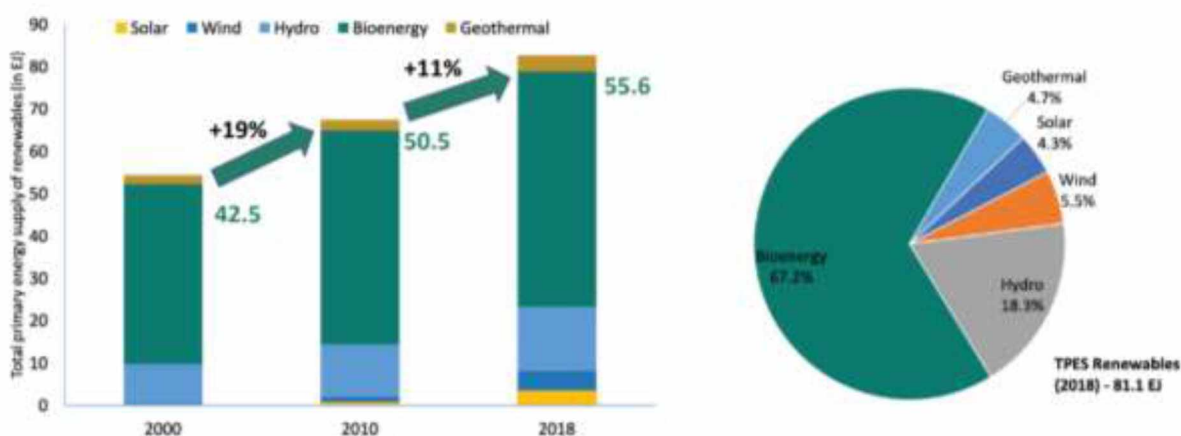


Рис.3. Розвиток біоенергетики у світі.

Джерело: <https://worldbioenergy.org/uploads/201210%20WBA%20GBS%202020.pdf>

Світовий сектор біоенергетики настільки різноманітний, що досі немає єдиної повноцінної класифікації щодо ресурсів, продуктів, технологій, життєвих циклів, тощо біомаси. Відповідно світової класифікації твердої біомаси *WBA* до основних джерел відносять деревину, енергетичні культури, сільськогосподарська біомаса та відходи.

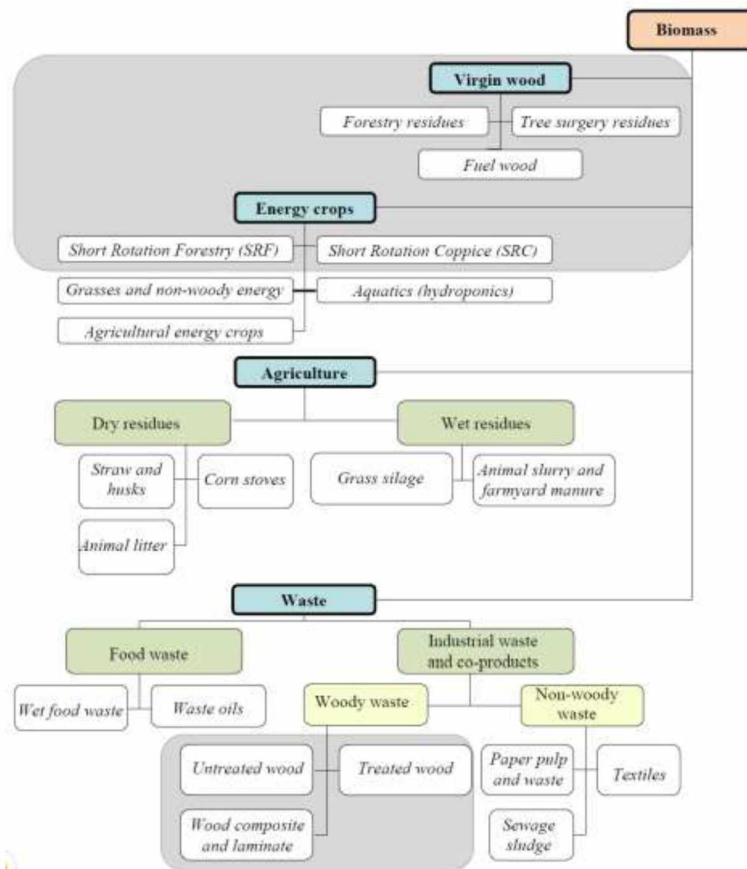


Рис.4. Класифікація твердої біомаси WBA

Як свідчить статистичний звіт Європейського агентства Bioenergy Europe основним [13] джерелом біомаси є сільськогосподарська біомаса, що до 2050 року складатиме 444Мт (рис.5).

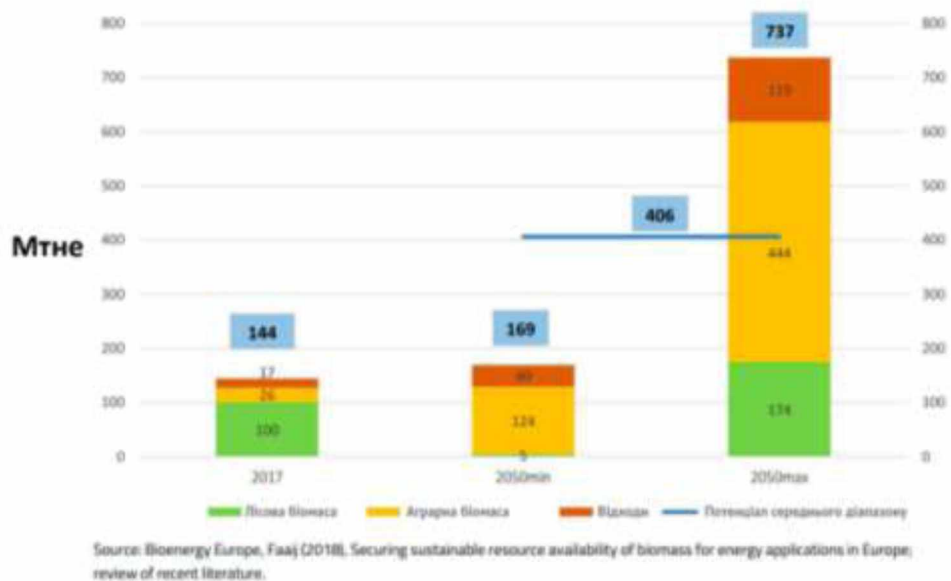


Рис. 5.Статистична інформація по видам біомаси та прогноз до 2050 р.

Основні складові потенціалу України у виробництві біоенергетики є первинні відходи сільського господарства (солома, кукурудза для виробництва кукурудзи та соняшник), промислове вирощування енергетичних культур, та переробка твердих побутових відходів.

Відповідно інформації Агентства з енергоефективності та енергозбереження України (2018), технічно досяжний біоенергетичний потенціал України становить 31 мільйони тон щорічно. Залежно від урожайності сільськогосподарських культур цей потенціал коливається в межах 27-37 мільйонів тон паливного еквівалента на рік, що становить 13-18% від споживання первинного палива в Україні.

Сприятливі кліматичні умови, тип ґрунтів та водні ресурси мають позитивний вплив на розвиток і розміщення сільського господарства в Україні. Структура сектору сільського господарства в Україні складається із рослинницької та тваринницької галузей що є потужним джерелом різних видів відходів та представляють собою біомасу, придатну для виробництва енергії. Основними видами біомаси є солома сільськогосподарських культур, відходи вирощування соняшника, кукурудзи та інші.

Необхідність використання біопалива у енергетичному виробництві України є передбачено Законом України «Про альтернативні види рідкого та газового палива» від 14 січня 2000 р. №1391-XIV. Тому необхідно досліджувати потенціал сільськогосподарського ресурсу та можливості його використання в якості твердого біопалива. [14]

Дослідженням потенціалу біомаси в Україні займалися Г. Г. Гелетуха, С. О. Кудря, О. М. Маслак, Н. М. Міщенко, В. М. Калініченко, І. Г. Кириленко, В. О. Дубровін, Є. І. Сухін, П. С. Вишнівський, В. І. Гавриш, Р. В. Зіновчук, Г. М. Калетник, М. В. Калінчик, О. Г. Шайко, О. М. Шпичак та ін.

Разом з тим актуальним залишається оцінка біоенергетичного потенціалу сільськогосподарської біомаси Полтавської області у контексті реформування адміністративно-територіального розподілу. Всі проведені

дослідження біоенергетичного потенціалу біомаси виконані в масштабах країни, детальна оцінка потенціалу Полтавського регіону може стати економічним підґрунтям для формування регіонального сектора біоенергетики на локальному рівні. Розрахунок біоенергетичного потенціалу наявної сільськогосподарської біомаси дає підґрунтя для розрахунку та аналізу видів, локалізації та необхідних потужностей для переробки рослинної біомаси. Крім того, це дає можливість економічної оцінки ніші, яку сільськогосподарські виробники області можуть потенційно зайняти на ринку енергоресурсів [12].

РОЗДІЛ II

ПРОБЛЕМА ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Важливим питанням і проблемою є забруднення відходами сільських територій. Стихійні звалища, побутові відходи, місця для захоронення, які не відповідають вимогам, усе це представляє постійну загрозу для людського здоров'я та знижує привабливість навколишнього середовища. Зростання кількості світового населення призводить до збільшення відходів, які забруднюють довкілля. Відходи утворені в сільській місцевості поділяються на три категорії: відходи тваринного походження (гній, туші тварин); відходи харчової переробки (обрізки, фрукти, овочі) та токсичні відходи (гербіциди, пестициди, інсектициди).

Великий досвід у світі є з використання відходів сільського господарства для забезпечення енергетичних цілей. Данія є лідером цього сектору. Щорічно з 6 млн. т соломи, 1,5 млн. т спалюють для виробництва енергії. В Данії працює більше 10 000 котлів на соломі (0,1-1,0 МВт) та 55 в системі централізованого теплопостачання (0,5 – 12 МВт). Зола після спалювання розсіюється на полях, залишок вивозиться на звалища [15].

Україна дуже розвинена в секторі сільського господарства, відомо, що рослинництво щорічно виробляє багатоманітний обсяг залишків та відходів. Відходи поділяють на первинні та вторинні. Первинні отримують при зборі урожаю культур сільського господарства (солома зернових, стрижні, стебла), вторинні під час обробки на виробництві (жом цукрового буряку, лушпиння соняшника, гречки), також вони бувають тверді та рідкі. Відходи сільського господарства дуже різноманітні, це і залишки споживчих продуктів та різних форм вирощування. Відходи виробництва залишаються після циклу виробництва, та є не вигідними та неприбутковими, адже витрати на їх транспортування, збирання та зберігання перевищують їх вартість. Тому економічна ефективність підприємств, які займаються переробкою та управлінням відходів помітно знижується.

На сьогодні актуальною тенденцією розв'язання економічних проблем переробки відходів є грантові програми світових організацій та інвестиції. Один з ефективних методів управління відходами в Європейському Союзі, який обов'язково потрібно впровадити в Україні, розділення рідких та твердих побутових відходів та в подальшому осушувати та компостувати, такі системи широко розповсюджені та існує багато інноваційно розвинених новинок у цій галузі.

За своїми масштабами, виробленою продукцією та експортом сільське господарство України є пріоритетною галуззю економіки. Головною гарантією продовольчої безпеки та незалежності країни є виготовлена продукція аграрних підприємств. Та не дивлячись на успіхи у сфері сільського господарства (висока урожайність сільськогосподарських культур, продуктивність тварин). Незважаючи на позитивний бік відкритими залишаються проблемні питання, які потребують першочергового вирішення один із таких питань утилізація відходів діяльності підприємств аграрного сектору. Аграрії займаються своєю діяльністю в усіх районах, цю проблему можна вважати загальнодержавною [17].

У 1998 році був прийнятий закон «про відходи», «відходи - будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення»[18]. Він чітко окреслює діяльність із збиранням, перевезенням, сортуванням, зберіганням, знешкодженням, захороненням, відведенням негативного впливу відходів на довкілля, та здоров'я людини на території України.

Нажаль відходи агропромислового комплексу хоч і є цінною сировиною не завжди знаходять застосування, а відходи тваринницької галузі впливають на екологічну ситуацію та несуть масу загроз, це є дуже негативними наслідками не тільки в Україні, але і у світі.

Основні проблеми, пов'язані з розвитком галузі тваринництва: забруднення повітря та земель біологічними та хімічними сполуками; відсутність обладнання утилізації відходів; висока вартість на утилізацію тваринницьких відходів; розповсюдження інфекційних хвороб (наприклад африканська чума свиней) та висока можливість інфекціювання людей; відсутність відповідного державного контролю за вивезенням відходів не призначені для цього місця.

2.1. Шляхи утилізації та використання відходів сільського господарства

Сільське господарство в Україні за експортною орієнтацією, виготовленням продукції, масштабами залишається пріоритетною галуззю економіки.

Сектор сільського господарства України досить розвинений, рослинництво щорічно продукує великий обсяг різних залишків та відходів. Поділяються відходи на первинні та вторинні. Первинні утворюються при збиранні урожаю сільськогосподарських культур наприклад солома зернових та інших культур, відходи виробництва кукурудзи на зерно і соняшника (кошики, стебла, стрижні). [19]. Вторинні генеруються при обробці урожаю на підприємствах – жом цукрового буряку, лушпиння соняшника, лушпайки гречки, рису. Також відходи використовують в самому сільському господарстві для різних потреб – корм скоту та підстилка органічне добриво), інша частина просто утилізується – вивозиться або спалюється, це не є досить корисно для навколишнього середовища та здоров'я людини, тому доцільніше було б виробляти енергію з таких залишків відходів. У 2015 році відходи рослинного походження становили 7742,3 тис. т., відходи тваринного походження та змішані харчові відходи 897 тис. т, загальний відсоток відходів лісового, рибного та сільського господарства у 2015 році склав 8736,8 тис. т, що становить 3% від усіх відходів.

У 2015 році 40 – 50 млн. т на рік в Україні становило виробництво зернобобових та зернових культур в Україні, врожайністю 25-30 ц/га.

На сьогодні близько 39% загальної посівної площі відведено для зернові колосові культури, площі для кукурудзи в порівнянні з 1990 роком збільшилися у 4 рази, також тенденцією є ріст площі для культури соняшнику. Спостерігаючи скорочення площ під кормові культури. Солома є відходом виробництва зернових культур [20]. Зернова та незернова частини співвідносяться 1:1, тому обсяги утворення соломи близькі до загального виробництва зернових культур в Україні.

Зернова частина культури в процесі збирання урожаю відокремлюється від стеблової, а від технології залежить подальший спосіб заготівлі соломи частина залишається в полі у вигляді стерні а далі приорується в ґрунт.

2.2. Перспективи використання біомаси для біоенергетики

Біомаса – біологічно відновлювана, невикопна речовина органічного походження, у вигляді продуктів, відходів та залишків лісового сільського господарства, рибного господарства та технологічно пов'язаних галузей здатна до біологічного розкладу. З'явилися нові аргументи використання біомаси: якщо рослинна біомаса буде постійно відновлюватись CO₂ буде збільшуватись в атмосфері. Наприклад зрубавши дерево потрібно посадити нове. Країни, що розвиваються могли б виділяти низькопродуктивні землі під енергетичні плантації.[21] Вирішити екологічні проблеми зможе енергетичне використання відходів. Нові технології дозволять використовувати біомасу ефективніше. Надлишки оброблюваної землі у розвинених країнах можна виділяти під енергетичні плантації.

Відходи та сільськогосподарські культури перетворюються на біопаливо, або як паливо спалюються. Обробка деревини та її відходи – спалюються для отримання електроенергії, опалення в будівлях, вироблення технологічного тепла в промисловості.

Використання біомаси дозволяє замінити використання недешевого газу, а також мінімізує обсяги викидів вуглекислого газу в атмосферу.

Біоенергетика – джерело відновлюваної енергії, яке здатне забезпечити необхідні джерела енергії – біопаливо, біоенергія, біотепло та охолодження. До 2050 року біомаса на глобальному рівні може забезпечити виробництво 3000ТВт/ч електроенергії, що задовольнить потреби 7,5% населення світу, скоротить викиди CO₂ приблизно до 1,3 млрд тонн на рік. [22].



Рис. 6. Зростання біоенергетики в Україні

2.3. Поняття біоенергетичного енергетичного потенціалу та його характеристика

Для України біоенергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектора поновлюваних джерел енергії, з огляду на високу залежність країни від імпортних енергоносіїв, в першу чергу, природного газу, і великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. На жаль, темпи розвитку біоенергетики в Україні до сих пір істотно відстають від європейських. [23]. На сьогоднішній день частка біомаси в загальному постачанні первинної енергії в країні становить лише 1,2%, а у валовому кінцевому енергоспоживанні (за оцінкою авторів) - 1,78% [13]. Складові біомаси є органічні сполуки вуглецю, які в процесі спалювання та з'єднання з киснем виділяють тепло.

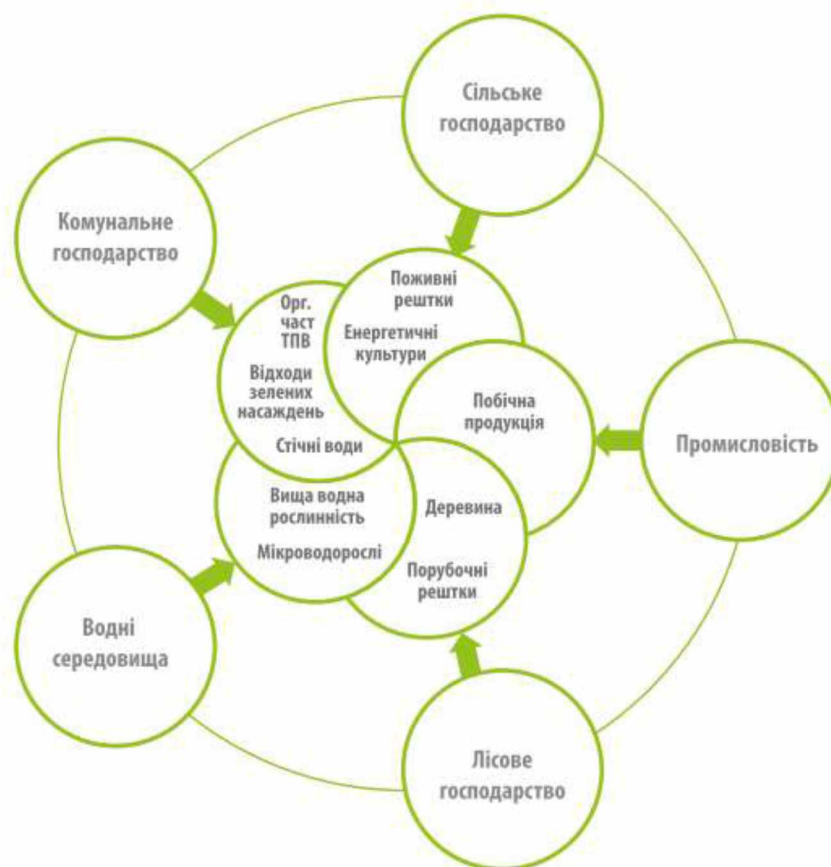


Рис. 7. Джерела походження біомаси

Виділяють три групи сільськогосподарської біомаси:

Первинна, одержана з соломи, кукурудзи, стебла соняшника, яка є побічним продуктом; вторинна, отримана при переробці основної сільськогосподарської продукції (макуха, жом, костриця, шкаралупа тощо); гній.

Агропромисловий комплекс може виробляти широкий спектр продукції з сільськогосподарської біомаси 1-ї та 2-ї груп: сировину для харчової, легкової, парфумерної, хімічної та фармацевтичної промисловості, корм, харчові продукти. [22]. Солому наприклад можна використовувати як підстилку, добриво, грубі корми для худоби, виробництво компосту, будівельний матеріал, також переробляють на тюки, паливні брикети, паливні гранули (пелети), рулони. Тюкована біомаса є зручною продукцією, яка в результаті ущільнення сировини в 4-5 разів сприяє логістиці та зберіганню. Гній в основному використовується як органічне добриво.

Оцінка потенціалу біомаси та біоенергетики стала світовим дослідженням у галузі відновлюваних джерел енергії, щоб отримати повне уявлення про розвиток біоенергетики, особливо в умовах енергетичної кризи. Значна кількість енергії споживається для підтримки теплового комфорту в будівлях, величезна частина якої втрачається через вікна. Розумне покриття, тонкі плівки зі спектрально вибірконими властивостями на поверхні скла, є інноваційним рішенням проблеми. В останні десятиліття зменшення екологічного впливу будівель привертає підвищену увагу дослідників, політиків та компаній. [24]. Здебільшого основна увага приділяється скороченню споживання енергії та використанню екологічно чистих матеріалів, але концепція мислення життєвого циклу набуває все більшого значення. У стандартних будівлях фаза використання становить до 90% загального екологічного навантаження, головним чином за рахунок нагрівання та/або охолодження. Завдяки нормам, нові будівлі стають більш енергоефективними, а отже, інші фази життєвого циклу набувають значення, наприклад, вибір матеріалів, конструкція, термін експлуатації та використання води. Проаналізувавши зміну викидів вуглекислого газу (CO₂), пов'язаного з енергією, у текстильній промисловості Китаю з 1986 по 2010 р. Був застосований аналіз розкладання на основі методу індексу середньої логарифмічної дивізії, а період дослідження був поділений на п'ять часових інтервалів для полегшення управління даними. Результати показують, що промислова діяльність та енергоємність були основними визначальними факторами зміни викидів вуглекислого газу. Промислова діяльність була основним чинником, що сприяв збільшенню викидів CO₂. Енергоємність мала мінливу тенденцію, що змінювала інтервали зростання (зростання та зменшення) протягом періоду дослідження. Крім того, суміш енергії та інтенсивність вуглецю однаково скоротили викиди CO₂. Промислові масштаби, незважаючи на обмежений ефект, також сприяли збільшенню викидів CO₂. Тим часом, хоча промислове виробництво у китайській текстильній промисловості щорічно зростало на 5% з 1986 по 2010 рік,

споживання енергії зросло на 4% з відповідним збільшенням викидів CO₂ на 2%. Нарешті, ми пропонуємо політичні пропозиції, які можуть бути прийняті, щоб значно скоротити викиди CO₂ від китайської текстильної промисловості. [25].

Україна перейшла до концепції сталого розвитку, тому для цього необхідні аргументовані шляхи ефективного використання запасів та резервів природно – ресурсного потенціалу. Ці чинники зменшують фінансові витрати, знижують собівартість послуг та продукції, але саме головне тримають екологічну рівновагу навколишнього середовища. Актуальними є наукові дослідження які націлені на виявлення оптимальних параметрів відновлюваних та невідновлюваних ресурсів, запровадження біоенергетичних чинників, підвищення продуктивності їх споживання в підприємствах сільського господарства України. Використання біоенергетичних ресурсів можна проаналізувати за допомогою економічних показників, але це є досить нестабільним, тому виникає потреба застосовувати інші методичні підходи до оцінки економіко-еколого-енергетичної результативності споживання ресурсів біоенергетики в підприємствах сільського господарства особливо за тривалий період. Використання економіко-еколого-енергетичної оцінки має позитивний вплив, знижує витрати у виробничій сфері та не тільки економить трудові ресурси, але і раціонально використовує природні ресурси [23]. Нажаль, в наш час таких масштабних наукових робіт та досліджень обмаль, але це дуже необхідні досліді для економіко-еколого-енергетичної оцінки використання на сільськогосподарських підприємствах біоенергетичних ресурсів.

Енергетичні культури – рослини, які безпосередньо вирощують та доглядають для виробництва біопалива. [26]. Наразі не має жодної точної загальноприйнятої класифікації таких культур, розрізняють їх за категоріями: цикл вирощування – однорічні (ріпак, соняшник) та багаторічні (тополя, верба); тип – деревоподібні (тополя, верба), трав'янисті (міскантус, просо прутіподібне); за «походженням» - культури, які призначені лише для

енергетичних цілей (двокісточник тростиноподібний, міскантус), сільськогосподарські культури, які мають подвійне призначення, тобто їх можуть вирощувати для харчових продуктів так і для виробництва біопалива. Культури, які вирощують для отримання кінцевого продукту – олійні (соняшник або ріпак для виготовлення біодизелю), лігноцелюлозні для виробництва електричної та теплової енергії, виготовлення рідких та твердих біопалив, крохмало – та цукровмісні (кукурудза, цукровий буряк для виготовлення біоетанолу).

РОЗДІЛ III

ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень була територія Полтавської області, а саме її адміністративно-територіальний розподіл. *Предметом* дослідження став енергетичний потенціал відходів рослинницької та тваринницької біомаси. Полтавська область це регіон України, який володіє значним потенціалом земельних ресурсів та багатством родючих ґрунтів. Полтавщина в свою чергу відноситься до найбільш екологічно безпечних територій України, та має великий потенціал у розвитку агроекологічної сфери.

Полтавська область складає 28,75 тис. км², що дорівнює 4,8% від площі держави. Розташована на західній частині Лівобережжя Лісостепу України, Північно-західна частина області примикає до річки Дніпро і частково заходить до Правобережжя. Південно-східні райони входять до складу Степної зони.

Полтавська область має помірно-континентальний клімат з нестійким зволоженням, з холодною зимою та жарким іноді сухим літом. В залежності від вологозабезпеченості і ґрунтового покриву територія області умовно розділена на чотири ґрунтово-кліматичні зони: перша – західна Лісостепова, друга – східна Лісостепова, третя – південна перехідна і четверта південно-західна.

Рельєф території являє собою слабохвилясту понижену рівнину. В північно-східній частині вона є подовженням Середньо-Руського підвищення, поступово знижуючись в південно-західному напрямку. Характерним елементом рельєфу області являється басейн річки Дніпро та його притоки: Сула, Псел, Оріль, Ворскла. в свою чергу ці річки мають ряд притоків, які доповнюють ерозійну роздільність території області. Територія області розсічена долинами рік на водороздільні плато, які є пануючими елементами рельєфу. Майже вся територія Полтавщини належить до класу рівнинних східноєвропейських ландшафтів, сюди входять такі типи

лісостепові ландшафти (90% території області), степові та заплавні низовинні ландшафти.

Рекреаційні ресурси області складаються з водних та лісових ресурсів. На території Полтавщини ліси розташовані нерівномірно, лісистість в середньому в області становить 8,7%, потенціал рекреаційних ресурсів становить 156%. Розораність земель в Україні є найвищою в Європі. Більше чверті ріллі Європи припадає на Україну, тоді як частка її території менше 6%.

Полтавщина славиться багатством свого біорізноманіття, природних копалин, займає перше місце серед областей України за запасами та видобутком природного газу. Загальна площа Полтавської області складає 2875,068 тис. га. З них сільськогосподарські землі складають 2223,198 тис. га (77,3%), сільськогосподарські угіддя 2165,381 тис.га (75,31%), з них орні землі становлять 1774,686 тис.га (61,7%) від усієї території (82% сільськогосподарських угідь). Орні землі представлені, в основному, родючими чорноземами та їх різновидами [13].

Грунтовий покрив Полтавщини різноманітний та є одним із найбільш забезпечених регіонів за запасами родючих ґрунтів, в цілому зустрічається в області налічується близько 18 типів чорноземних ґрунтів. Найпоширеніші: чорноземи глибокі на лесових породах, чорноземи звичайні на лесових породах, чорноземи солонцюваті на лесових породах, чорноземи опідзолені; чорноземи супіщані, чорноземи реградовані. Серед орних земель ці типи чорноземних ґрунтів складають близько 90%.

Чорноземи глибокі і звичайні у своєму складі мають органічну речовину. Вміст гумусу в мало гумусних чорноземах – 3,27%, у середньо гумусних – 4,14%. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (6,2 – 7,0). Дані ґрунти є найродючішими на Полтавщині, вони придатні для вирощування всіх сільськогосподарських культур та багаторічних насаджень.

У 2020 році Верховна Рада України прийняла постанову №3650 «Про утворення та ліквідацію районів». Згідно з документом в Україні всього

тепер 136 районів. В Полтавській області раніше налічувалось 25 районів, тепер їх буде лише чотири – Миргородський, Лубенський, Кременчуцький та Полтавський. Межі районів встановлені по зовнішньому кордону територій сільських, селищних та міських територіальних громад, що входять до районів.

РОЗДІЛ IV

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Біоенергетичний потенціал Полтавської області оцінювався за трьома показниками: біоенергетичний потенціал (МВт/рік), вихід біогазу (млн.м³/рік), заміщення органічного палива (тис. т. ум. п./рік). Основою для розрахунків стала статистична інформація наведена у [11] щодо посівних площ сільськогосподарських культур та кількості поголів'я тварин. Біоенергетичний потенціал Полтавської області оцінювали за відходами від рослинництва та тваринництва. Оцінку біоенергетичного потенціалу рослинництва проводили за наступними видами культур: зернобобові, соняшник, овочеві культури. Оцінку біоенергетичного потенціалу тваринництва проводили за наступними видами відходів: ВРХ, свиней та птиці.

Методика оцінки біоенергетичного потенціалу відходів рослинництва.

1. *Визначення біомаси відходів, кг/рік*

$$M_{\text{біом}} = M * K_{\text{відх}}, \text{ де} \quad (1)$$

M – маса вирощуваної культури;

$K_{\text{відх}}$ – коефіцієнт відходів.

2. *Визначення виходу біогазу, м³/кг*

$$V = M_{\text{біом}} * K_{\text{вих. біог}}, \text{ де} \quad (2)$$

$K_{\text{вих. біог}}$ – коефіцієнт виходу біогазу;

3. *Визначення кількості теплоти згорання біогазу, ккал/рік*

$$Q_{\text{згор}} = V * 5342 \quad (3)$$

4. *Визначення заміщення органічного палива, тон у.п./рік*

$$M_{\text{зам.орг.пал.}} = Q_{\text{згор}} * 10^{-9} * 0,143 \quad (4)$$

5. *Визначення енергетичного потенціалу, МВт/рік*

$$E = V * 1.8 * 10^{-6} \quad (5)$$

Методика оцінки біоенергетичного потенціалу відходів тваринництва.

1. *Визначення біомаси відходів, кг/рік*

$$M_{\text{біом}} = N * K_{\text{відх}}, \text{ де} \quad (6)$$

N – чисельність поголів'я, тис. голів;

$K_{\text{відх}}$ – коефіцієнт відходів.

2. *Визначення виходу біогазу, м³/кг*

$$V = M_{\text{біом}} * K_{\text{вих. біог}}, \text{ де} \quad (7)$$

$K_{\text{вих. біог}}$ – коефіцієнт виходу біогазу;

3. *Визначення кількості теплоти згорання біогазу, ккал/рік*

$$Q_{\text{згор}} = V * 5342 \quad (8)$$

4. *Визначення заміщення органічного палива, тон у.п./рік*

$$M_{\text{зам. орг. пал.}} = Q_{\text{згор}} * 10^{-9} * 0,143 \quad (9)$$

5. *Визначення енергетичного потенціалу, МВт/рік*

$$E = V * 8,11 * 10^{-3} \quad (10)$$

У дослідженні була проведена оцінка біоенергетичного потенціалу загальної території Полтавської області та районів Полтавської області згідно чинним адміністративно-територіальним устроєм 2019 року. Оскільки у роботі використана статистична інформація за 2019 рік.

РОЗДІЛ V

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

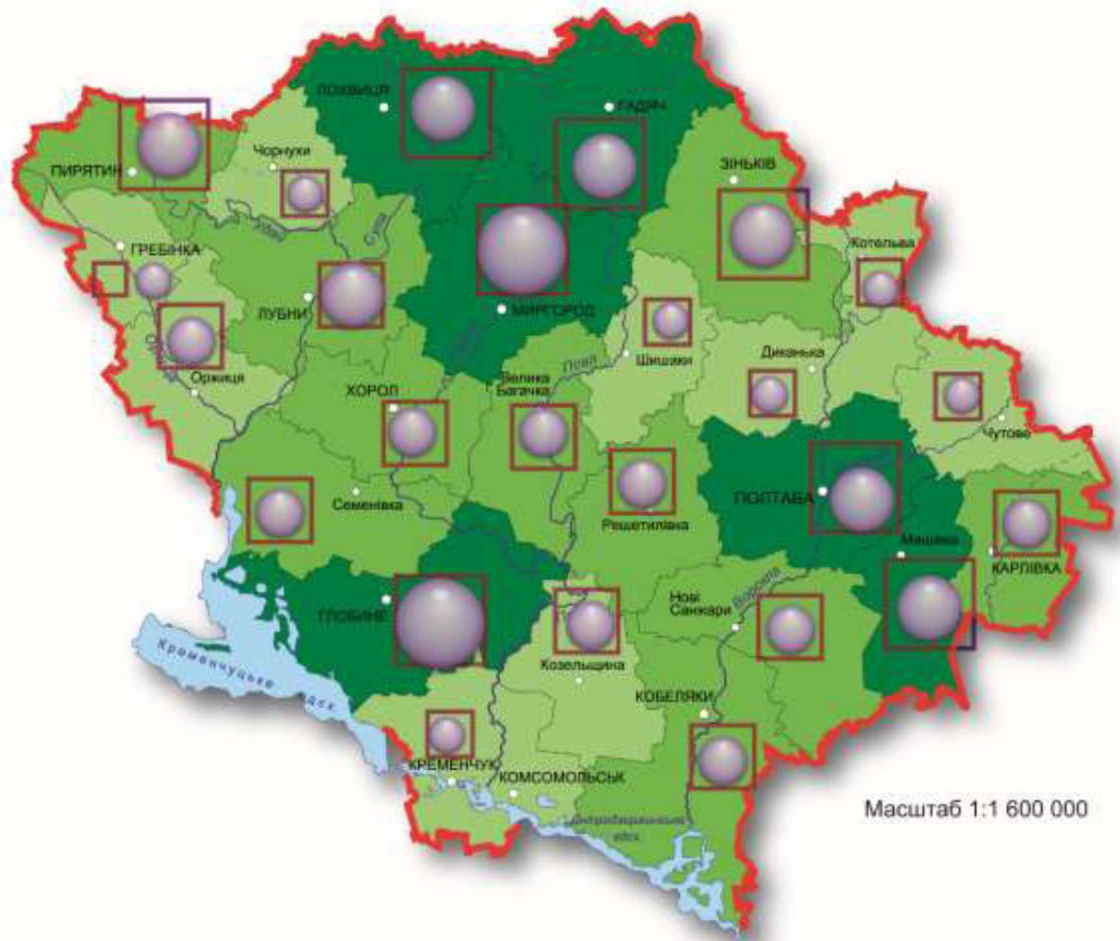
5.1. Енергетичний потенціал відходів зернобобових

Карта залишається найбільш ефективним способом показу будь-яких явищ, характеристик, які постійно змінюються в просторі та часі. Тому інформація щодо біоенергетичного потенціалу на основі статистичних даних 2019 року зображена у вигляді карт.

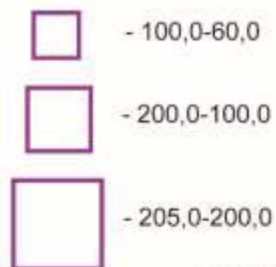
Детальна інформація за показниками біоенергетичного потенціалу зернобобових Полтавської області, виходу, біогазу та заміщення органічного палива зображені на рис. 1.

Загальний показник заміщення органічного палива зернобобових культур Полтавської області склав 1708153 тис. тон. у п./рік. У розрізі районів він коливався від 30 тис. т. у. п./рік (Шишацький район) до 103,65 тис. т. у. п./рік (Глобинський район). Найбільший потенціал (90-103,65 тис. т. у. п./рік) до заміщення органічного палива був розрахований у Глобинському, Полтавському, Гадяцькому, Миргородському та Лохвицькому районах. Середній потенціал (60-90 тис. т. у. п./рік) до заміщення органічного палива відзначався у Зіньківському, Пирятинському, Лубенському, Хорольському, Семенівському, Великобагачанському, Решетилівському, Новосанжарському, Кобеляцькому, Карлівському районах. Найменший потенціал (30-60 тис. т. у. п./рік) до заміщення органічного палива був розрахований для Гребінківському, Оржицькому, Чорнухинському, Козельщинському, Шишацькому, Диканському, Чутівському районах.

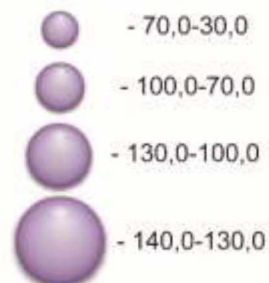
Загальний показник виходу біогазу для зернобобових у межах області склав 2236078000 млн.м³/рік. Високі показники виходу біогазу зернобобових коливались від 135 до 107 млн.м³/рік та спостерігалися у Глобинському, Миргородському, Гадяцькому, Лохвицькому, Полтавському, Машівському, Зіньківському, Пирятинському, Лубенському районах.



БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ
(МВт/рік, за районами, 2019 р.)



ВИХІД БІОГАЗУ
(млн. м³/рік, за районами, 2019р.)



ЗАМІЩЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА
(тис. т. у. п./рік, за районами, 2019 р.)



Рис. 8. Біоенергетичний потенціал відходів зернобобових культур у межах Полтавської області.

Середній показник (99 – 72 млн.м³/рік) розраховали для Миргородського, Семенівського, Кобеляцького, Решетилівського, Хорольського, Карлівського, Великобагачанського, Козельщинського, Оржицького районів. Найнижчі показники варіювали в межах 62 – 39 млн.м³/рік для Гребінківського, Диканського та Чутівського.

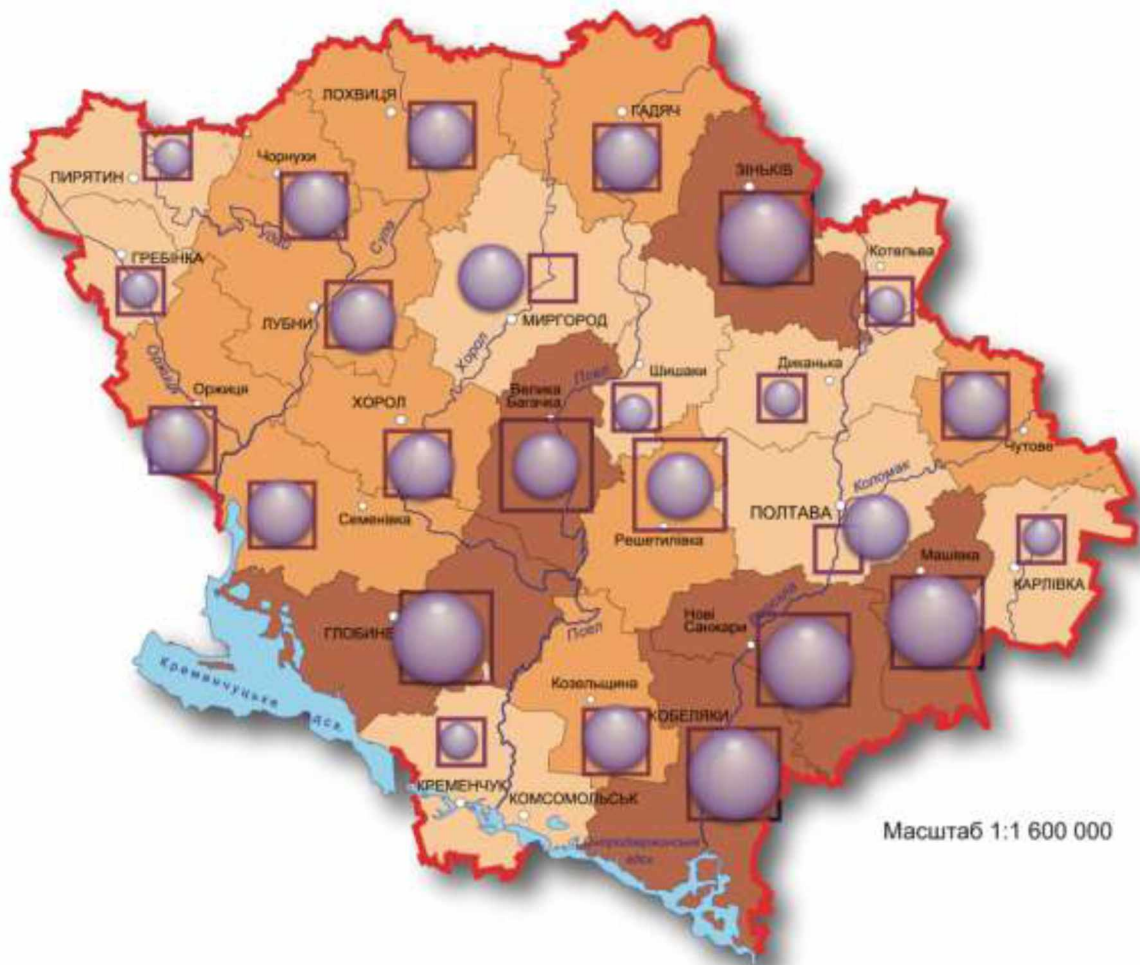
Показник енергетичного потенціалу зернобобових Полтавської області був у межах 4024,9404 МВт/рік. Найвищі показники 244 – 204 МВт/рік спостерігали у Глобинському, Миргородському, Гадяцькому, Лохвицькому, Полтавському, Машівському, Зіньківському, Пирятинському районах, середні показники (193 – 112 МВт/рік) мають Лубенський, Новосанжарівський, Семенівський, Кобеляцький, Решетилівський, Хорольський, Карлівський, Великобагачанський, Козельщинський, Оржицький, Гребінківський райони. Найнижчий енергетичний потенціал за зернобобовими культурами (96 – 72 МВт/рік) у Диканському, Чутівському, Чорнухинському, Котелевському, Кременчуцькому, Шишацькому районах.

5.2. Енергетичний потенціал відходів соняшнику

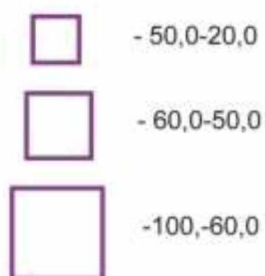
Детальна інформація за показниками біоенергетичного потенціалу соняшнику Полтавської області, виходу, біогазу та заміщення органічного палива зображені на рис. 2.

Показник заміщення органічного палива для соняшника у межах області склав 5747628 тис. тон. у п./рік. Даний показник в межах районів коливався від 8 тис. тон. у п./рік. (Гребінківський район) до 40,5 тис. тон. у п./рік. (Глобинський район). Найбільший показник біоенергетичного потенціалу (45 - 30 тис. тон. у п./рік.) був у Глобинському, Кобеляцькому, Новосанжарському, Зіньківському, Великобагачанському та Машівському районах. Середній потенціал (30 – 20 тис. тон. у п./рік.) спостерігався у Решетилівському, Оржицькому, Гадяцькому, Семенівському, Чутівському, Чорнухинському, Козельщинському, Лохвицькому, Лубенському, Хорольському районах. Найменше значення біоенергетичного потенціалу (20 – 10 тис. тон. у п./рік.) розраховано для Миргородського, Полтавського,

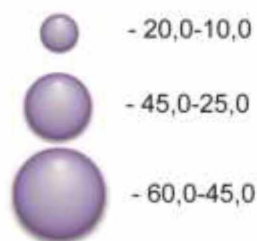
Карлівського, Кременчуцького, Пирятинського, Диканського, Шишацького, Котелевського, Гребінківського районів.



БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ
(МВт/рік, за районами, 2019 р.)



ВИХІД БІОГАЗУ
(млн. м³/рік, за районами, 2019р.)



ЗАМІЩЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА
(тис. т. у. п./рік, за районами, 2019 р.)

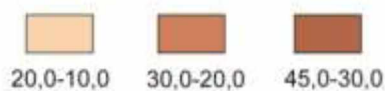


Рис. 8. Біоенергетичний потенціал відходів соняшнику у межах Полтавської області

В межах Полтавської області обсяг виходу біогазу від відходів соняшнику склав 752400000 млн.м3/рік. Найнижчий показник коливався в межах 10 – 20 млн.м3/рік та переважав в таких районах: Гребінківський, Котелевський, Шишацький, Диканський, Пирятинський, Кременчуцький, Карлівський. Помірні показники виходу біогазу (25 – 45 млн.м3/рік) мають наступні райони: Полтавський, Миргородський, Чорнухинський, Козельщинський, Хорольський, Чутівський, Семенівський, Лубенський, Лохвицький, Гадяцький, Оржицький, Решетилівський та Великобагачанський. Найвищі показники спостерігалися у Кобеляцькому, Машівському, Зіньківському, Новосанжарському, Глобинському районах та складають 45 – 60 млн.м3/рік.

Загальний біоенергетичний потенціал від відходів соняшнику в Полтавській області склав 1354,32 МВт/рік. Високі показники біоенергетичного потенціалу (60 - 100 МВт/рік) спостерігалися у районах: Глобинський, Новосанжарський, Зіньківський, Машівський, Кобеляцький, Великобагачанський, Решетилівський. Середні значення показника (50 – 60 МВт/рік) були розраховані для Оржицького, Гадяцького, Лохвицького, Лубенського, Семенівського, Чутівського, Хорольського, Козельщинського, Чорнухинського районів.

Найнижчі значення біоенергетичний потенціалу соняшнику (20- 50 тис. МВт/рік) визначено для Миргородського, Полтавського, Карлівського, Кременчуцького, Пирятинського, Диканського, Шишацького, Котелевського та Гребінківського районів.

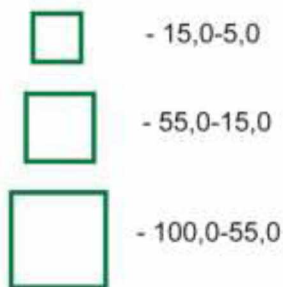
5.3. Енергетичний потенціал відходів ВРХ

Спільний показник заміщення органічного палива для ВРХ Полтавської області склав 75,09 тис. тон. у п./рік (рис.3).

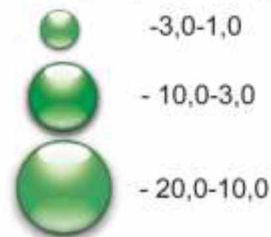


Масштаб 1:1 600 000

БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ
(МВт/рік, за районами, 2019 р.)



ВИХІД БІОГАЗУ
(млн. м³/рік, за районами, 2019р.)



ЗАМІЩЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ПАЛИВА
(тис. т. у. п./рік, за районами, 2019 р.)



Рис. 9. Біоенергетичний потенціал відходів ВРХ у межах Полтавської області

У розрізі районів цей показник коливався від 0,8 тис. тон. у п./рік. (Козельщинський район) до 12 тис. тон. у п./рік. (Шишацький район). Високий показник заміщення органічного палива (5-12 тис. тон. у п./рік.) спостерігали у таких районах як: Шишацький, Котелевський, Хорольський, Оржицький та Гадяцький. Середні значення показника (5 – 2 тис. тон. у п./рік.) були у Миргородському, Зіньківському, Великобагачанському, Глобинському, Лохвицькому, Полтавському, Гребінківському, Лубенському, Карлівському, Диканському районах. Найнижчі показники заміщення органічного палива для ВРХ (0,5–2 тис. тон. у п./рік.) мають Пирятинський, Кобеляцький, Кременчуцький, Решетилівський, Козельщинський райони.

Вихід біогазу ВРХ в межах районів складав 98303625 млн.м3/рік, в межах районів цей показник коливався від 1149750 млн.м3/рік (Козельщинський район) до 15685875 млн.м3/рік (Шишацький район). Високий показник виходу біогазу (10-20 млн.м3/рік) простежувався у таких районах як: Шишацький, Котелевський, Хорольський. Середній показник (3–10 млн.м3/рік) був у Оржицькому, Гадяцькому, Миргородському, Зіньківському, Великобагачанському, Глобинському, Лохвицькому, Полтавському, Гребінківському районах. Найнижчі показники виходу біогазу (1 – 3 млн.м3/рік) мали Лубенський, Карлівський, Диканський, Пирятинський, Кобеляцький, Кременчуцький та Решетилівський райони.

Біоенергетичний потенціал ВРХ в межах Полтавської області складав 0,6 МВт/рік, в межах районів варіювання показника склало від 0,007 МВт/рік (Козельщинський район) до 0,09 МВт/рік (Шишацький район). Високі показники біоенергетичного потенціалу (0,05-0,1 МВт/рік) спостерігали у таких районах: Шишацький, Котелевський, Хорольський, Оржицький. Середні значення показника (0,01-0,05 МВт/рік) мали наступні райони: Гадяцький, Миргородський, Зіньківський, Великобагачанський, Глобинський, Лохвицький, Полтавський, Гребінківський, Лубенський, Карлівський. Низькі показники біоенергетичного потенціалу ВРХ (0,007-0,07

МВт/рік) були розраховані для Диканського, Пирятинського, Кобеляцького, Решетилівського та Козельщинського.

5.4. Енергетичний потенціал відходів свиней

Загальний показник області біоенергетичного потенціалу відходів свиней по території Полтавської був незначним та дорівнював 0,067 МВт/рік у зв'язку з відсутністю статистичної інформації за більшістю районів області. Варіація показника була в межах (0,001–0,018 МВт/рік).

Вихід біогазу від відходів свиней в межах районів складав 10862400 млн.м³/рік. Варіювання показника біло в межах від 2956500 млн.м³/рік (Лубенський район) до 197100 млн.м³/рік (Зіньківський район). Високі значення показника (1182600–2956500 млн.м³/рік) простежувались у Лубенському, Полтавському, Карлівському, Великобагачанському, Лохвицькому районах. Середні значення виходу біогазу (503700–635100 млн.м³/рік) були у Хорольському, Миргородському та Козельщинському районах. Найнижчі значення показника (284700 – 197100 млн.м³/рік) спостерігалися у Гадяцькому, Пирятинському, Зіньківському районах. За рештою районів Полтавської області вихідні статистичні відсутні.

Показник заміщення органічного палива відходами свиней в межах області варіював від 2,25 тис. тон. у п./рік (Лубенський район) до 0,15 тис. тон. у п./рік (Зіньківський район). Загальне значення становило 8,2 тис. тон. у п./рік. Високі значення показника (2,25 – 0,9 тис. тон. у п./рік) спостерігали у Лубенському, Полтавському, Карлівському, Великобагачанському, Лохвицькому районах. Середні значення заміщення органічного палива показники коливалися в межах 0,21– 0,48 тис. тон. у п./рік та розраховані для Хорольського, Миргородського, Козельщинського та Гадяцького районів. Найнижчі значення показника (0,15 -0,16 тис. тон. у п./рік) були у Пирятинському та Зіньківському районах. За рештою районів Полтавської області вихідні статистичні відсутні.

5.5. Енергетичний потенціал відходів птиці

Найвищий показник біоенергетичного потенціалу птиці становить 5,5 тис. тон. у п./рік, в Миргородському та Зіньківському районах – 0,05 тис. тон. у п./рік, найнижчі дані у Карлівському районі – 0,03 тис. тон. у п./рік.

Заміщення органічного палива птиці у Диканському районі – 5,54 тис. тон. у п./рік, Миргородському – 0,058 тис. тон. у п./рік, Зіньківському – 0,59 тис. тон. у п./рік, Карлівський район – 0,038 тис. тон. у п./рік.

Вихід біогазу птиці Диканський район - 7262791,9 тис. тон. у п./рік, Миргородський район - 77723,1 тис. тон. у п./рік, Зіньківський район - 76489,4 тис. тон. у п./рік

РОЗДІЛ VI

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Економічне оцінювання отриманих показників, використовуючи вартісний вираз нафтового еквіваленту 1 т. у. п. визначали за формулою:

$$E = E_{\text{п}} * K * \text{Ц} * B, \quad (1)$$

$E_{\text{п}}$ – енергетичний потенціал, тис. т. у.п.рік;

K - коефіцієнт для перетворення тони умовного палива в барелі умовного еквіваленту=4,79;

Ц – ціна за 1 барель нафти, дол. США;

B - курс гривні до дол. США

**Для економічного оцінювання потенціалу біомаси (станом на II квартал 2021 р.) було використано показник ціни бареля нафти марки Brent на Лондонській біржі ICE Futures. Середня ціна нафти у II кварталі 2021 р. становила 75 дол. США / барель. Для переведення отриманих даних у національну валюту взято середній курс гривні до долара США – 26,48 грн / дол. США. Економічне оцінювання було здійснено за допомогою такої формули:*

$$E = 3,312 * 4,79 * 75 * 26,48 = 31,506 \text{ млн. грн}$$

Отже, економічний ефект використання відходів сільського господарства у енергетичному секторі Полтавської області становить 31,506 млн. грн..

З огляду на практику європейських країн можемо передбачити значний розвиток біоенергетичної складової аграрного виробництва. Для максимально ефективного його використання слід розвивати логістичні мережі для збору, доставки та зберігання біомаси, враховуючи, що транспортування на великі відстані не є рентабельним. Важливими є також довгострокові договори на постачання сировини для біопалива. Зазначимо, що використання енергетичного потенціалу біомаси в Україні можна назвати незадовільним. Частка біомаси у забезпеченні первинного енергоспоживання становить тільки 3,4%. Щоб біоенергетика зайняла свою нішу у загальній структурі агропромислового комплексу, необхідно розробити ефективну стратегію розвитку біоенергетичного сектору сільського господарства

РОЗДІЛ VII

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА

Україна з лютого 2011 року є партнером Європейського Енергетичного Співтовариства. Члени цього товариства повинні лібералізувати свої енергетичні ринки, запровадити законодавчі норми Європейського Союзу у галузях енергетики, навколишнього середовища, газу та відновлюваних джерел енергії.

При проектуванні установки для отримання біогазу розробляються заходи, що забезпечують безпеку персоналу виробництва в процесі експлуатації приладів, засобів автоматизації, щитових пристроїв системи автоматики у відповідності до Державних актів, що забезпечують виконання Закону України «Про охорону праці». При автоматизації процесу виробництва біогазу оператор знаходиться в приміщенні, де присутні такі шкідливі фактори: забруднене повітря робочої зони; шум та вібрації; електробезпека; пожежна безпека.

При експлуатації обладнання для отримання біогазу і його використання необхідно враховувати вибухонебезпечність метану. Небезпека вибуху виникає при змішуванні метану з повітрям у співвідношенні від 5 до 15% за об'ємом. У разі витoku, за наявності вентиляції, газ випаровується без яких або наслідків. У зв'язку з цим на установці для отримання метану і в оточуваний її зоні необхідно суворо дотримуватись заходів безпеки, необхідних для попередження пожежі і вибуху [32].

До складу біогазу також входять сірководень (H_2S), вуглекислий газ (CO_2). Сірководень, якщо і представляє небезпеку для здоров'я людей, то зустрічається в невеликих кількостях і легко виявляється за неприємним запахом. Оскільки питома маса сірководню більша за масу повітря, тому необхідно звертати увагу на те, щоб при витоках цей газ не зміг нагромаджуватися в поглибленнях. При високих концентраціях він притупляє сприйняття запаху, що утрудняє його виявлення і може привести до смертельних отруєнь, але ще раз можна відзначити, що частка сірководню

в біогазі дуже мала і складає не більше 1 %. Вуглекислий газ входить до складу біогазу, теж може накопичуватись в глибоких виїмках, оскільки він також важчий за повітря, за наявності нещільності в установці викликає небезпеку задухи [32].

Вимоги безпеки під час обслуговування установки наступні:

1. До обслуговування біогазової установки допускаються особи не молодше 18 років, тільки після проходження інструктажу з охорони праці на робочих місцях. Запис про проведення інструктажів проводиться в журнал з обов'язковим підписом проінструктованих робітників і особи, що проводила інструктаж.

2. Інструктаж з охорони праці з обслуговуючим персоналом повинен проводитися щодня перед заступанням зміни на роботу. Особи, які виконують роботи по обслуговуванню біогазової установки, проходять медичний огляд не рідше 1 разу на 6 місяців. Вагітні жінки до роботи по обслуговуванню біогазової установки не допускаються.

3. Під час роботи з біогазової установкою необхідно пам'ятати про вибухонебезпеку метану і стежити за герметичністю газгольдера і його комунікації. При виявленні витіку газу роботу потрібно припинити, усувати дефект повинні тільки фахівці, які мають допуск до роботи з вибухонебезпечними речовинами.

4. Порожні цистерни і резервуари біогазової установки оглядаються не менше ніж двома фахівцями, які знають заходи безпеки і забезпечені шланговими противогазами, гумовими рукавичками і страхуючими мотузками. Після роботи необхідно провітрити спецодяг в спеціально відведеному для цього приміщенні [32].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Отже, загальний показник енергетичного потенціалу в Полтавській області склав близько 8,28 тис. МВт/рік (Рис. 12). Енергетичний потенціал відходів рослинництва був розрахований в межах 7,56 тис. МВт/рік (Рис.10). Енергетичний потенціал відходів тваринництва склав 0,72 тис. МВт/рік (Рис.11). Загальний показник заміщення органічного палива у Полтавській області становив 3,31 тис. тон. у.п./рік (Рис.13). Заміщення органічного палива відходами рослинництва було більше (3208 тон. у.п./рік), ніж заміщення органічного палива відходами тваринництва (89 тон. у.п./рік).

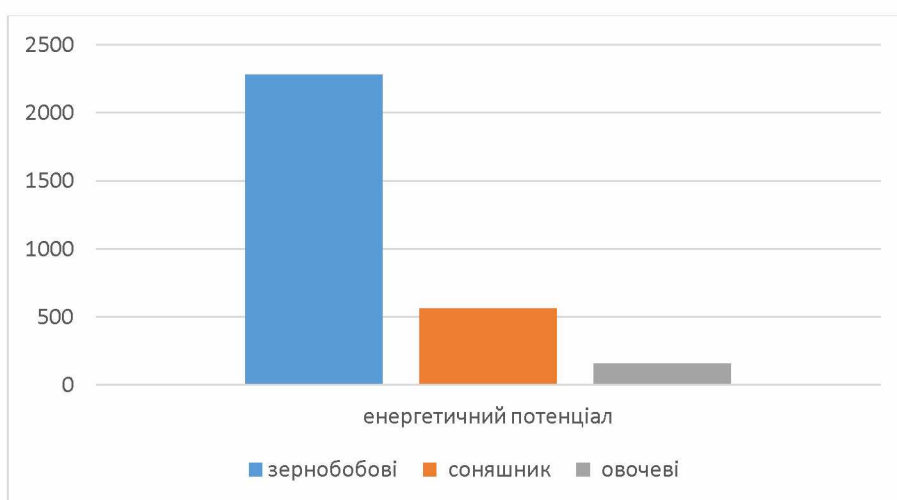


Рис. 10. Загальний енергетичний потенціал відходів рослинництва Полтавської області, МВт/рік.

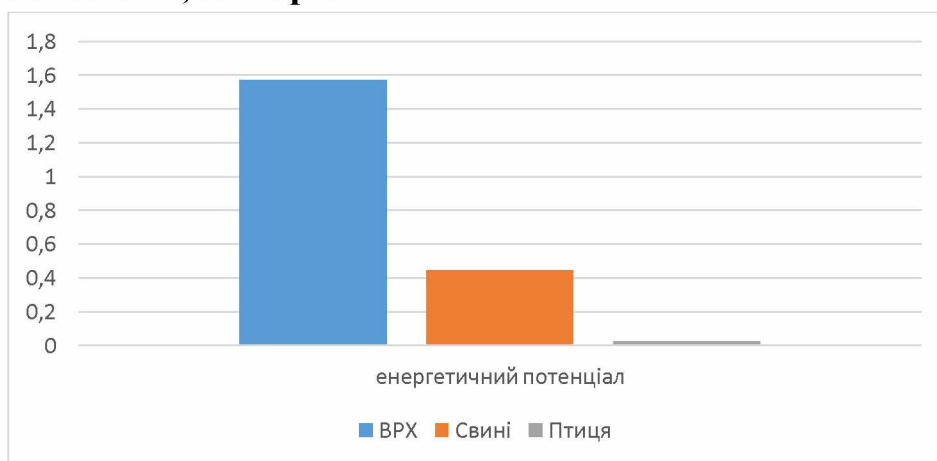


Рис. 11. Загальний енергетичний потенціал відходів тваринництва Полтавської області, тис. МВт/рік



Рис. 12. Загальний енергетичний потенціал Полтавської області, тис. МВт/рік

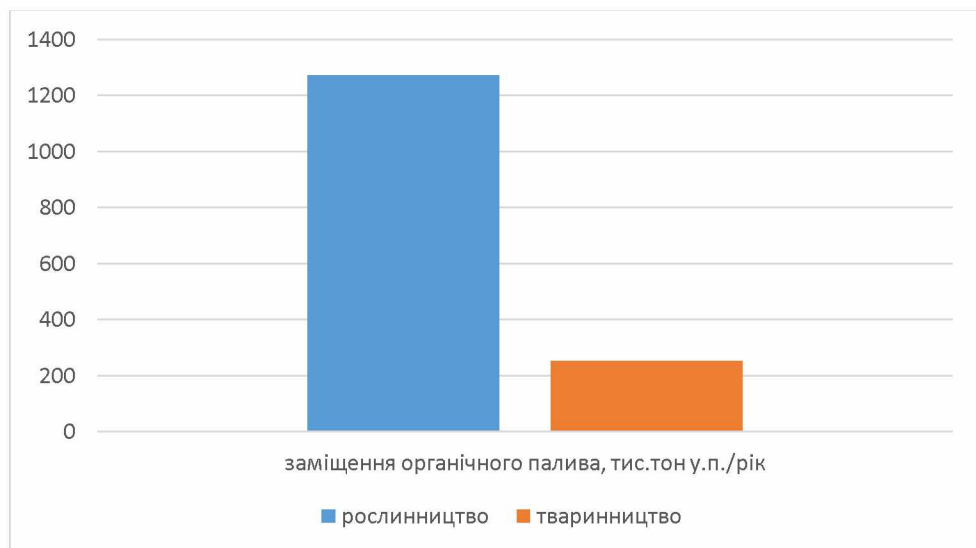


Рис. 13. Загальний показник заміщення органічного палива в Полтавській області, тон у.п. /рік.

Економічний ефект від використання відходів рослинництва та тваринництва у сільському господарстві для енергетичного сектору Полтавської області становить 31,506 млн. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Rybár R., Kudelas D., Beer M. Selected problems of classification of energy sources – What are renewable energy sources? *Acta Montanistica Slovaca*. 2015. Volume 20 (3). С. 172-180.
2. Кучерява І. М., Сорокіна Н. Л.. Відновлювана енергетика в світі та Україні станом на 2019р. *Гідроенергетика України*. 2020. Вип.1-2. С. 39-44.
3. Закон України «Про енергозбереження» від 1 липня 1994 р. № 30 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80#Text>
4. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20 лютого 2003 р. № 555-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 11.09.2019).
5. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії; за ред. Бевз С. М. Київ, 2007. 560 с.
6. Ладика В. І. Біоенергетичний потенціал лісостепової і поліської зон України та перспективи його використання: моногр. Суми. 2009. 304 с.
7. Девяткіна С. С., Шкварницька Т. Ю. Альтернативні джерела енергії: навч. посіб. Київ: НАУ, 2006. 92 с.
8. Державна Служба Статистики України. Енергетичний баланс України за 2019 рік. https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2012/energ/en_bal/arh_2012_e.htm
9. Statistical Report - Bioenergy Europe. <https://bioenergyeurope.org/statistical-report.html>
10. Кухарець С.М., Голуб Г.А. Забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем на основі виробництва біопалива. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. 2012. Вип.1 (30), С.345-352.
11. Гелетуха Г.Г., Желєзна Т.А., Жовмір М.М., Матвєєв Ю.Б., Дроздова О.І. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Частина 1. Відходи сільського господарства та деревна біомаса. *Промислова теплотехніка*. 2010. Т. 32 (6). С. 58-65.

12. Закон України «Про альтернативні види палива» від 14 січня 2000 р. № 1391–14. Відомості Верховної Ради України. – 2000. – № 12.

13. Калініченко А. В., Вакуленко Ю. В., Галич О. А. Еколого-економічні аспекти доцільності використання продукції рослинництва в альтернативній енергетиці. *Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища*. 2014. №11 (167). С.202-208.

14. Таргоня В. Визначення реального потенціалу сільськогосподарської біомаси, придатної для використання на енергетичні потреби. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. *Збірник наук. пр.* 2012. Вип. 16 (30). С. 360–371.

15. Тарарико Ю. А. Формирование устойчивых агроэкосистем. Киев. 2007. 560 с.

16. Дубровін В. О., Голуб Г. А., Драгнєв С. В. Методика узагальненої оцінки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси. Київ., 2013. 25 с.

17. Морозов Р. В., Федорчук Є. М. Оцінка біоенергетичного потенціалу рослинних відходів та енергетичних культур у сільському господарстві. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2015. Випуск 10 (3). С. 111–117.

18. United States Department of Agriculture-Natural Resource Conservation Service (USDANRCS), 2006. White Paper Crop Residue Removal for Biomass Energy Production: Effects on Soils and Recommendations.

19. Ericsson K., Nilsson L.J. Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource focused approach. *Biomass and Bioenergy*. 2006. V.30, 1-15.

20. Monforti F., Bodis K., Scarlat N., Dallemand J.-F. The possible contribution of agricultural crop residues to renewable energy targets in Europe: A spatially explicit study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 19. 2013. p. 666-677.

21. Євчук Х.І. Європейський досвід забезпечення управління відходами виробництва продукції сільського. *Науковий вісник Ужгородського національного університету «Господарства»*. 2019. Вип. 28 (1). С.124-129.
22. Kucher O., Hutsol T., Zavalniuk K., Pantsyr Yu., Harasymchuk I., Mudryk K., Jewiarz M. Marketing Strategies and Prognoses of Development of the Renewable Energy Market in Ukraine. 2017. Book chapter.
23. Kadam, K.L., McMillan, J.D. Availability of corn stover as a sustainable feedstock for bioethanol production. *Bioresource Technology*. 2003. 8., 17-25.
24. Біоенергетика в Україні: Сучасний стан та перспективи розвитку. Частина 2/ Гелетуха Г.Г., Желізна Т.А., Кучерук П.П., Олійник Е.Н., Трибой А.В., 2015
25. Ericsson K., Nilsson L.J. Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource focused approach. *Biomass and Bioenergy*. 2006. 30. P. 1-15.
26. Климчук О.В., Скорук О.П. Перспективні напрямки вирощування кукурудзи для використання на енергетичні потреби. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2011. № 1 (48). С.67-73.
27. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Гриник І.В. Науково обґрунтовані та практичні підходи використання соломи та рослинних решток у сільському господарстві. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2011. № 9. С. 62-68.
28. Weiser Ch., Zeller V., Reinicke Fr., Wagner B., Majer S., Vetter A., Thrän D. Integrated assessment of sustainable cereal straw potential and different straw-based energy applications in Germany. *Applied Energy*. 2014. V. 114. P. 749-762.
29. Walsh M.E., Perlack R.L., Turhollow A., de la Torre Ugarte D., Becker D.A., Graham R.L., Slinsky S.E., Ray D.E. Biomass Feedstock Availability in the US: 1999 State Level Analysis. 2000.

30. Leistriz F. L., Hodur N. M., Senechal D. M., Stowers M. D, McCalla D., Saffron Ch. M. Use of Agricultural Residue Feedstock in North Dakota Biorefineries. *Journal of Agribusiness*. 2009. 27 (1/2). P. 17-32.

31. Тараненко А. О., Кулик М. І., Попов С. І. Агроекологічне обґрунтування вирощування енергетичних культур. *Екологічні інновації у підвищенні економічної та продовольчої безпеки України : колективна монографія* ; за ред. Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб, О. О. Горба. Полтава: Видавництво ПП «Астроя», 2020. С. 177–184.

32. Корчемний М.О., Федорейко В.С., Щербань В.В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Підручник та посібник. Тернопіль. 2001. – 984 с.

АНОТАЦІЯ

Кузенко Людмила Юрійвна

«Аналіз стану перспектив використання відходів сільського господарства в енергетичному секторі Полтавської області»

Кваліфікаційна робота складається із 57 сторінок тексту, 13 рисунків, додатків. Зміст роботи викладено у 7 розділах. Список використаної літератури становить 32 джерела.

Об'єктом досліджень була територія Полтавської області, а саме її адміністративно-територіальний розподіл. Предметом дослідження став енергетичний потенціал відходів рослинницької та тваринницької біомаси.

Метою кваліфікаційної роботи стало оцінити енергетичний потенціал відходів сільського господарства. Завдання дослідження передбачали розрахунок кількості відходів від рослинницької та тваринницької біомаси, розрахунок показників біоенергетичного потенціалу (МВт/рік), виходу біогазу (млн.м³/рік), заміщення органічного палива (тис. т. ум. п./рік). Оцінку біоенергетичного потенціалу рослинництва проводили за наступними видами культур: зернобобові, соняшник, овочеві культури. Оцінку біоенергетичного потенціалу тваринництва проводили за наступними видами відходів: ВРХ, свиней та птиці.

За результатами досліджень загальний показник енергетичного потенціалу в Полтавській області склав близько 8,28 тис. МВт/рік. Енергетичний потенціал відходів рослинництва був розрахований в межах 7,56 тис. МВт/рік. Енергетичний потенціал відходів тваринництва склав 0,72 тис. МВт/рік. Загальний показник заміщення органічного палива у Полтавській області становив 3,31 тис. тон. у.п./рік. Заміщення органічного палива відходами рослинництва було більше (3208 тон. у.п./рік), ніж заміщення органічного палива відходами тваринництва (89 тон. у.п./рік).

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що дослідження у галузі відновлюваних джерел енергії мають світовий рівень, особливо в умовах енергетичної кризи. Проведені дослідження біоенергетичного потенціалу біомаси виконані в масштабі області, детальна оцінка потенціалу Полтавського регіону може стати економічним підґрунтям для формування регіонального сектору біоенергетики на локальному рівні.

Перелік ключових слів: біоенергетичний потенціал, відходи сільського господарства, біомаса, альтернативна енергія.

ДОДАТКИ