

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Олійник Роман Вікторович**

УДК 631.371.11

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Моніторинг потенціалу побічної маси зернових культур  
для потреб вироблення електричної енергії**

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Подается на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ Олійник Роман Вікторович.

Керівник роботи  
Гончаренко Юрій Павлович  
к.т.н., доцент кафедри електрифікації,  
автоматизації виробництва та інженерної екології

Житомир – 2021

## **АНОТАЦІЯ**

Олійник Р.В. Моніторинг потенціалу побічної маси зернових культур для потреб вироблення електричної енергії. Рукопис.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

У роботі розраховано потенціал побічної маси зернових культур для потреб вироблення електричної енергії. а також розраховано можливий потенціал виробництва електроенергії з відходів зерновиробництва в Житомирській області.

Ключові слова: побічна маса зернових культур, потенціал, електроенергія.

## **ABSTRACT**

Oliynyk RV Monitoring the potential of the side mass of cereals for the needs of electricity generation. Manuscript.

Qualification work for a bachelor's degree in specialty 141 - Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics - Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The potential of the side mass of grain crops for the needs of electricity generation is calculated in the work. and also the possible potential of electricity production from grain production wastes in Zhytomyr region is calculated.

Key words: side mass of grain crops, potential, electricity.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	2
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРАХУНКУ ПОТЕНЦІАЛУ ПОБІЧНОЇ МАСИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	7
Висновки до розділу 1.....	11
РОЗДІЛ 2. МОНІТОРИНГ ПОТЕНЦІАЛУ ПОБІЧНОЇ МАСИ ОСНОВНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР, ЩО МОЖЕ БУТИ ВИКОРИСТАНИМ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ .....	13
Висновки до розділу 2.....	19
РОЗДІЛ 3. НАПРЯМКИ ЗРОСТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ПОБІЧНОЇ МАСИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПОТРЕБ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ .....	20
Висновки до розділу 3.....	22
ВИСНОВКИ .....	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	25

## ВСТУП

**Актуальність теми та аналіз останніх досліджень.** Одним з найважливіших завдань сучасного світу і світової економіки, зокрема, є запобігання глобальній еколого-енергетичній кризи, пов'язаній із зростанням енергоспоживання, вичерпанням традиційних енергоресурсів і підвищенням їх вартості, небезпекою виникнення техногенних катастроф і забрудненням навколишнього середовища. Зростаючі потреби в енергії задовольняються в на сьогодні в основному за рахунок збільшення використання викопного вуглеводневого палива, що збільшує тиск на екологію з боку енергетики. Особлива роль у вирішенні зазначеної задачі забезпечення еколого-енергетичної безпеки та ресурсозбереження належить нетрадиційної відновлюваної енергетики, одне з центральних місць в якій займає біоенергетика, заснована на перетворенні енергії біомаси та біовідходів. В останні роки в світі спостерігається стрімкий розвиток технологій, які використовують біоресурси для виробництва палива та електроенергії. Все це свідчить про актуальність теми дослідження.

Проблема використання побічної продукції рослинницьких культур висвітлена в значні кількості напрацювань вітчизняних науковців.

Білодід В.Д, Василенков В. Є., Голуб Г.А., Гументик М. Я., Денисенко В. О., Дубровін Єсіпов О. В., В.О., Жовмір М.М., Заблоцький Я. І., Корінчук Д.М., Короленко М. В., Косінський П. М., Кухарець В.В., Куц Г.О., Манойло В. М., Неміш П. Д., Олійник Є.М., Підлипна М.П., Пікалов А. В., Полєвода Ю.А., Поляшенко С. О., Радченко С.В., Снежкін Ю.Ф., Сукманюк О.М., Шубалий О. М., Янович В.П. Ярош С. В. вивчали можливість використання потенціалу біомаси на енергетичні потреби.

Баштовий А. І., Гелетуха Г. Г., Горячкін В. М., Гурець Н. В., Железна Т. А., Капіца М. І., Куклін Л. Ю., Омельчук О. А., Ремешевська І. В.,

Тормосов Р.Ю. досліджували можливість отримання електроенергії з побічної продукції рослинництва.

Брежицька О. А., Бурлака С. А., Білецький В.Р., Виговський С.М., Ждек Т. В., Колесник Т. М., Кухарець М.М., Кухарець С.М., Прищепа А. М., Статник І. І., Галушак О. О., Гуменюк Ю. В., Ярош Я.Д. вивчали питання розрахунку енергетичного потенціалу з побічної біомаси зернових культур.

Незважаючи на значні досягнення в розробці методик моніторингу потенціалу побічної біомаси для потреб енергетики, комплексні дослідження використання потенціалу побічної продукції зернових культур в межах окремого регіону для виробництва електроенергії майже не проводилися.

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є проведення моніторингу потенціалу побічної маси зернових культур для потреб вироблення електричної енергії.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні завдання: розкрити теоретичні аспекти розрахунку побічної маси зернових культур для енергетичних потреб; провести моніторинг використання побічної маси зернових культур для енергетичних потреб; розглянути можливості виробництва електроенергії з виявленого потенціалу; запропонувати напрямки вдосконалення досліджуваної тематики.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є потенціал Житомирської області щодо використання побічної маси зернових культур для енергетичних потреб.

Предметом дослідження є побічна маса зернових культур для енергетичних потреб та можливий потенціал електричної енергії згенерований наявним потенціалом.

**Методи дослідження.** При написанні кваліфікаційної роботи для моніторингу потенціалу побічної маси зернових культур для виробництва електроенергії використовувались різні методи: при узагальненні теоретичних підходів до розрахунку потенціалу використані методи наукової абстракції, аналізу та синтезу; при дослідженні потенціалу побічної маси

зернових культур для виробництва електроенергії використано методи: абсолютних і відносних, метод середніх величин, метод рядів динаміки; табличний і графічний метод використано для більшої наявності опрацьованого матеріалу, а методи узагальнення та формально-логічний метод використані при написанні висновків до розділі, а також при формулюванні загальних висновків.

**Елементи наукової новизни одержаних результатів.** Визначено наявний потенціал та майбутній потенціали побічної маси зернових культур для виробництва електроенергії в Житомирській області.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження.** Основні положення кваліфікаційної роботи були викладені в доповідях автора на тему:

- «Моніторинг потенціалу побічної маси основних зернових культур, що може бути використаним для виробництва електроенергії в Україні», оприлюдненій на науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів, студентів «Наукові читання» (м. Житомир, 20 травня 2021 року, Поліський національний університет).

- «Моніторинг потенціалу побічної маси основних зернових культур, що може бути використаним для виробництва електроенергії в Житомирській області» оприлюдненій на V міжнародній науково-практичній конференції «Біоенергетичні системи» (27-28 травня 2021 р. Житомир: Поліський національний університет);

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Основний текст роботи викладено на 21 сторінці комп'ютерного тексту. Ілюстративний матеріал представлено у вигляді 10 таблиць. Структурно робота включає вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел (40 найменувань).

## **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРАХУНКУ ПОТЕНЦІАЛУ ПОБІЧНОЇ МАСИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Сучасний цивілізований світ прийшов до розуміння необхідності інноваційних рішень в області розвитку поновлюваних джерел енергії, особливо використання відновлювальних біоресурсів, що обумовлено глобальною зміною клімату і екологічним збитком, нанесеним тривалим використанням традиційних невідновлюваних вуглеводневих енергоресурсів, а також усвідомленням тієї небезпеки глобального масштабу, до якої може призвести масове комерційне використання нового, колосального за обсягом, джерела енергії - метангідратів. Без наявності ефективних технологій редукції CO<sub>2</sub> «океани» нового джерела енергії можуть стати для людства кліматичною бомбою уповільненої дії. Тому в даний час використання поновлюваних джерел енергії стало однією з найбільш зростаючих галузей економіки.

Поновлювані джерела енергії - це ресурси, що утворюються на основі постійно існуючих або періодично виникають процесів в природі, а також в життєвих циклах рослинного, тваринного світу та життєдіяльності людського суспільства, в назві яких відображені джерела його виникнення (сонячна, хвильова, приливна і ін.) або вид енергоносія (біомаса і ін.) [20].

Проведений в роботі аналіз біоенергетичних технологій показав, що для енергетичних цілей біомаса використовується в основному у вигляді твердого палива (дров, тирси, тріски (подрібненого деревного сировини), соломи, пресованих деревних і сільськогосподарських відходів - брикетів і паливних гранул (пеллет)), яке заміщає в котлах, камінах, печах, котельнях, теплоцентралях і на електростанціях викопні вуглеводневі енергоресурси. При цьому не потрібно серйозних модифікацій обладнання для спалювання палива, а викиди вуглекислого газу, оксидів сірки та інших забруднювачів

різко знижуються. Мінімальна кількість відходів і найбільша тепловіддача, порівнянна з традиційними енергоносіями, досягаються при спалюванні подрібненої, гранульованої і спресованої деревини [33, с. 55].

В Україні є всі необхідні передумови і конкурентні переваги для розвитку біоенергетики. Це обумовлено ґрунтово-кліматичними умовами, які є неоптимальними для масштабного розвитку геліо- і вітрової енергетики. У той же час ефективним і результативним напрямком розвитку країни може використання біомаси і в енергетиці [34].

Біомасу називають одним із найперспективніших альтернативних енергетичних ресурсів, що посідає четверте місце у світі за обсягами виробництва [36, с. 115].

Потенційна можливість використання побічної маси зернових культур як альтернативний енергоресурс в різних областях України потребує проведення моніторингу валового збору отриманої маси зернових культур, щоб визначити побічну продукцію та врахувати коефіцієнт її використання на енергетичні потреби [40, с. 65].

Основним джерелом біомаси у рослинництві є первинні відходи, а саме пожнивні рештки, такі як солома, стебла кукурудзи та ін. [23, с. 1222].

Солома від зернових і зернобобових, стебла кукурудзи вироблюваної на зерно, соняшнику та інших культур є побічною продукцією рослинництва. Можливий потенціал побічної продукції зернових культур дорівнює максимально утвореному (доступному) обсягу соломи від зернових культур, помножений на коефіцієнти технічного і економічного потенціалу [2, с.58].

Для визначення доступного (ДП), технічного (ТП) і економічного потенціалу (ЕП) побічної продукції (маси) зернових культур пропонуємо використати коефіцієнти, які використовували в своїй праці наступні автори: Білодід В.Д. та Куц Г.О. [2], Бурлака С. А., Гуменюк Ю. В. та Галушак О. О. [3], Гелетуґа Г.Г. та Железна Т.А. [6, 7, 8], Голуб Г.А., Кухарець С.М. та Марус О.А. [10], Денисенко В. О. [12], Ждек Т. В. [15], Неміш П. Д. [25], Янович В.П., Полєвода Ю.А. та Підлипна М.П. [38], Ярош Я.Д. та Кухарець



М.М. [39, 40] та інші.

Дослідження цих джерел дало змогу відібрано найбільш повторюванні коефіцієнти в розрізі окремих культур для перерахунку валового збору рослинницьких культур на для обчислення доступного, технічного і економічного потенціалу побічної продукції рослинництва.

Розрахунковими коефіцієнтами для визначення потенціалу побічної маси зернових культур пропонуємо обрати такі:

- пшениця ДП -1; ТП -0,5; ЕП - 0,33; МП - 0,165;
- жито ДП -1,05; ТП -0,5; ЕП - 0,33; МП - 0,17325;
- ячмінь: ДП -0,8; ТП -0,5; ЕП - 0,33; МП - 0,132;
- овес: ДП -0,9; ТП -0,5; ЕП - 0,33; МП - 0,1485;
- просо: ДП -0,8; ТП -0,5; ЕП - 0,33; МП - 0,132;
- гречка: ДП -0,85; ТП -0,5; ЕП - 0,33; МП - 0,14025;
- кукурудза на зерно: ДП -1,4; ТП -0,7; ЕП - 0,7; МП - 0,686;
- культури зернобобові: ДП -0,85; ТП -0,5; ЕП - 1; МП - 0,425 [2], [3], [6], [10], [12], [15], [24], [38], [40].

.Отже, тепер отримати суму потенціалу побічної маси зернових культур можна уникнувши громіздких розрахунків, а саме перемноживши відповідні один одному валовий збір культури та її коефіцієнт можливого виходу продукції для електроенергетики, і на виході отримати суму потенціалу.

В таблиці 1.1 показано Валові збори основних зернових культур, побічна продукція яких може бути використаним для енергетичних потреб в Україні. Валове виробництво зернових культур становить в 2020 році 64933,4 тис. тонн, що менше чим в 2019 році на 10209,8 тонн чи на 13,6%, та більше чим 2015 році на 4807,6 тонн чи на 8,0%. В 2020 році валовий збір сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно - 30290,3 тис.тонн чи 46,6%; пшениця – 24877,4 тис. тонн чи 38,3%, ячмінь – 7636,3 тис. тонн чи 11,8%, зернобобові – 600 тис. тонн чи 0,9%, овес – 510 тис. тонн чи 0,8 %; жито – 456,8 тис. тонн чи 0,7%; просо – 256,1 тис.тонн чи 0,4%; гречка – 97,6

тис. тонн чи 0,2%.

Таблиця 1.1

**Валові збори основних зернових культур, побічна продукція яких може бути використаним для енергетичних потреб в Україні, тис. тонн**

Зернова культура	Роки						Зміна 2020 р. до 2019 р.	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	+, -	у %
Зернові і зернобобові разом	60125,8	66088,0	61916,7	70056,5	75143,2	64933,4	-10210	-13,6
в т.ч.								
кукурудза на зерно	23327,6	28074,6	24668,8	35801,1	35880,1	30290,3	-5589,8	-15,6
пшениця	26532,1	26043,4	26158	24605,8	28327,9	24877,4	-3450,5	-12,2
ячмінь	8288,4	9435,7	8284,9	7349,1	8916,8	7636,3	-1280,5	-14,4
зернобобові	502,1	876,6	1238,8	954,6	709,8	600	-109,8	-15,5
овес	488,5	499,9	471,4	418,5	422	510	88	20,9
жито	391,1	391,6	507,9	393,8	334,7	456,8	122,1	36,5
просо	213,2	189,7	84,4	80,5	169,7	256,1	86,4	50,9
гречка	128,1	176,4	180,4	137	85	97,6	12,6	14,8

Джерело: розраховано за даними [28]

В таблиці 1.2 наведено потенціал побічної маси зернових культур, що може бути використаним для енергетичних потреб в Україні.

Загальний можливо доступний потенціал побічної біомаси в Україні, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 26349278 тон, що менше чим в 2019 році на 4572232 тонн чи на 14,8%, та більше чим 2015 році на 4474878 тонн чи на 20,5%. В 2020 році наявний потенціал сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно - 20779146 тонн чи 78,9%; пшениця - 4104771 тонн чи 15,6%, ячмінь - 1007992 тонн чи 3,8 %, зернобобові - 255000 тонн чи 1,0%, жито - 79141 тонн чи 0,3%; овес - 75735 тонн чи 0,3 %; просо - 33805 тонн чи 0,1%; гречка - 13688 тонн чи 0,1%.

Отже, основний потенціал побічної маси зернових культур отримуємо від трьох культур - це кукурудза на зерно, пшениця та ячмінь.

**Моніторинг потенціалу побічної маси основних зернових культур, що може бути використаним для виробництва електроенергії в Україні,**

**ТОНН**

Зернова культура	Роки						Зміна 2020 р. до 2019 р.	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	+, -	у %
Зернові і зернобобові разом	21874400	25366264	23053402	30155511	30921510	26349278	-3834603	-15,6
в т.ч.							-569333	-12,2
Кукурудза на зерно	16002734	19259176	16922797	24559555	24613749	20779146	-169026	-14,4
Пшениця	4377797	4297161	4316070	4059957	4674104	4104771	-46665	-15,5
Ячмінь	1094069	1245512	1093607	970081	1177018	1007992	21154	36,5
Зернобобові	213393	372555	526490	405705	301665	255000	13068	20,9
Жито	67758	67845	87994	68226	57987	79141	11405	50,9
Овес	72542	74235	70003	62147	62667	75735	1767	14,8
Просо	28142	25040	11141	10626	22400	33805	-3834603	-15,6
Гречка	17966	24740	25301	19214	11921	13688	-569333	-12,2

Джерело: розраховано за даними [28]

Розрахунки показали Україні після використання соломи за сільськогосподарським призначенням (таке використання соломи враховане при формуванні коефіцієнтів переводу) залишається значний надлишок соломи, що може бути використана за енергетичним призначенням.

Як бачимо, потенціал побічної маси зернових культур який може бути використаний в енергетичному комплексі України для виробництва електроенергії є досить великим.

### **Висновки до розділу 1**

1. Наша держава володіє величезними обсягами земельних ресурсів для ведення бізнесу на селі та одночасно спроможна забезпечити не лише потреби в продуктах харчування, а й забезпечити побічною продукцією

власного виробництва енергетичну галузь. Маса побічної продукції, що утворюється в рослинництві може стати вагомим і практично невичерпним джерелом енергії в сучасних умовах.

2. Загальний можливо доступний потенціал побічної біомаси в Україні, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 26349278 тон, що менше чим в 2019 році на 4572232 тонн чи на 14,8%, та більше чим 2015 році на 4474878 тонн чи на 20,5%. В 2020 році наявний потенціал сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно - 20779146 тонн чи 78,9%; пшениця – 4104771 тонн чи 15,6%, ячмінь – 1007992 тонн чи 3,8 %, зернобобові – 255000 тонн чи 1,0%, жито – 79141 тонн чи 0,3%; овес – 75735 тонн чи 0,3 %; просо – 33805 тонн чи 0,1%; гречка – 13688 тонн чи 0,1%. Отже, основний потенціал побічної маси зернових культур отримуємо від трьох культур – це кукурудза на зерно, пшениця та ячмінь.

## **РОЗДІЛ 2. МОНІТОРИНГ ПОТЕНЦІАЛУ ПОБІЧНОЇ МАСИ ОСНОВНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР, ЩО МОЖЕ БУТИ ВИКОРИСТАНИМ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Житомирська область розмістилася на півночі України. Сприятливі кліматичні умови із року в рік дають можливість аграріям області отримувати значні врожаї зернових культур. Якщо виробництво зернових культур в 2015 році в області становило 2,8% від виробленого зерна по Україні то вже в наступному році сягнув позначки в 3,8%, а на кінець 2020 року – 4,7%. Середня врожайність зернових культур в Житомирській області з 1 га в 2020 році становить більше 52 ц, тобто зменшилася щодо рівнів минулорічної продуктивності на 20,6%, але область однозначно володію значним потенціалом побічної маси зернових культур, який може бути використаний для енергетичних потреб.

В таблиці 2.1 розраховано потенціал поживних решток зернових культур, що може бути використаним для енергетичних потреб в Житомирській області.

Загальний можливо доступний потенціал побічної біомаси по Житомирській області, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 1241037 тонн, що менше чим в 2019 році на 118941 тонн чи на 8,7%, але більше чим 2015 році на 636411,3 тонн чи на 2,1 рази. В 2020 році наявний потенціал сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно – 1086281 тонн чи 87,5%; пшениця – 101558 тонн чи 8,18%, ячмінь – 14243 тонн чи 1,4%, овес – 13840 тонн чи 1,1 %; жито – 10897 тонн чи 0,9%; зернобобові – 9478 тонн чи 0,8%; гречка – 2496 тонн чи 0,2%; просо – 2244 тонн чи 0,18%.

Солома зернових культур будучи найважливішим джерелом паливних відходів сільськогосподарських рослин в Житомирській області, як стратегічний ресурс використовується ще вкрай неефективно.

**Моніторинг потенціалу побічної маси основних зернових культур, що може  
бути використаним для виробництва електроенергії в Україні, тонн**

Зернова культура	Роки						Зміна 2020 р. до 2019 р.	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	+, -	у %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Зернові та зернобобові культури	604626	954940	897566	1185447	1359978	1241037	-118941	-8,7
у % до потенціалу по Україні	2,8	3,8	3,9	3,9	4,4	4,7	0,3	
Кукурудза на зерно	480955	803375	746437	1032224	1198030	1086281	-111749	-9,3
у % до потенціалу по Україні	3,0	4,2	4,4	4,2	4,9	5,2	0,4	
Пшениця	86625	102201	91542	100155	116177	101558	-14619	-12,6
у % до потенціалу по Україні	2,0	2,4	2,1	2,5	2,5	2,5	0,0	
Ячмінь	14929	16091	13583	13292	14362	14243	-119	-0,8
у % до потенціалу по Україні	1,4	1,3	1,2	1,4	1,2	1,4	0,2	
Овес	7707	11241	11791	11449	10751	13840	3089	28,7
у % до потенціалу по Україні	10,6	15,1	16,8	18,4	17,2	18,3	1,1	
Жито	8541	10828	15263	10880	9529	10897	1369	14,4
у % до потенціалу по Україні	12,6	16,0	17,3	15,9	16,4	13,8	-2,7	
Зернобобові	4803	8585	15258	12410	6970	9478	2508	36,0
у % до потенціалу по Україні	2,3	2,3	2,9	3,1	2,3	3,7	1,4	
Гречка	617	1879	2861	3927	2721	2496	-224	-8,2
у % до потенціалу по Україні	3,4	7,6	11,3	20,4	22,8	18,2	-4,6	
Просо	449	739	832	1109	1439	2244	805	56,0
у % до потенціалу по Україні	1,6	3,0	7,5	10,4	6,4	6,6	0,2	

Джерело: розраховано за даними [28]

Отже, основний потенціал побічної маси зернових культур отримуємо від п'яти культур – це кукурудза на зерно, пшениця, ячмінь, овес та жито. Розрахуємо показники динаміки побічної маси цих культур (табл. 2.2-2.6), яка може бути використана для виробництва електроенергії.

Таблиця 2.2

**Показники динаміки побічної маси кукурудзи на зерно, яка може бути використана для виробництва електроенергії**

Роки	Показник, тонн	Абсолютна зміна, тонн		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базис.	ланц.	базис.	ланц.	базис.	ланц.
2015	480955	-	-	-	-	-	-
2016	803375	322420	322420	1,6704	1,6704	67,0	67,0
2017	746437	265482	-56938	1,5520	0,9291	55,2	-7,1
2018	1032224	551269	285787	2,1462	1,3829	114,6	38,3
2019	1198030	717075	165806	2,4909	1,1606	149,1	16,1
2020	1086281	605326	-111749	2,2586	0,9067	125,9	-9,3

Джерело: розраховано за даними [28]

Загальний можливо доступний потенціал побічної маси від кукурудзи на зерно по Житомирській області, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 1086281 тон, що менше чим в 2019 році на 111749 тонн чи на 9,3%, але більше чим 2015 році на 605326 тонн чи на 2,3 рази. Станом на 2020 рік стебла та стрижні кукурудзи як біопаливо майже не використовуються в Житомирській області (за рідким виключенням), хоча їх можна вважати перспективним енергетичним ресурсом з великим потенціалом.

Таблиця 2.3

**Показники динаміки побічної маси пшениці, яка може бути використана для виробництва електроенергії**

Роки	Показник, тонн	Абсолютна зміна, тонн		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базис.	ланц.	базис.	ланц.	базис.	ланц.
2015	86625	-	-	-	-	-	-
2016	102201	15576	15576	1,1798	1,1798	18,0	18,0
2017	91542	4917	-10659	1,0568	0,8957	5,7	-10,4
2018	100155	13530	8613	1,1562	1,0941	15,6	9,4
2019	116177	29552	16022	1,3411	1,1600	34,1	16,0
2020	101558	14933	-14619	1,1724	0,8742	17,2	-12,6

Джерело: розраховано за даними [28]

Загальний можливо доступний потенціал побічної маси від пшениці по Житомирській області, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 101558 тон, що менше чим в 2019 році на 14619 тонн чи на 12,6%, але більше чим 2015 році на 14933 тонн чи на 17,2%. Зібрана солома на енергетичні потреби може бути використана на виробництво гранул/брикетів або на спалювання тюкованої соломи в міні ТЕС.

Таблиця 2.4

**Показники динаміки побічної маси ячменю, яка може бути використана для виробництва електроенергії**

Роки	Показник, тонн	Абсолютна зміна, тонн		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базис.	ланц.	базис.	ланц.	базис.	ланц.
2015	14929	-	-	-	-	-	-
2016	16091	1162	1162	1,0778	1,0778	7,8	7,8
2017	13583	-1346	-2508	0,9098	0,8441	-9,0	-15,6
2018	13292	-1637	-291	0,8903	0,9786	-11,0	-2,1
2019	14362	-567	1070	0,9620	1,0805	-3,8	8,0
2020	14243	-686	-119	0,9540	0,9917	-4,6	-0,8

Джерело: розраховано за даними [28]

Загальний можливо доступний потенціал побічної маси від ячменю по Житомирській області, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 14243 тон, що менше чим в 2019 році на 119 тонн чи на 0,8%, і менше чим 2015 році на 686 тонн чи на 4,6%.

Таблиця 2.5

**Показники динаміки побічної маси вівсу, яка може бути використана для виробництва електроенергії**

Роки	Показник, тонн	Абсолютна зміна, тонн		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базис.	ланц.	базис.	ланц.	базис.	ланц.
2015	7707	-	-	-	-	-	-
2016	11241	3534	3534	1,4585	1,4585	45,9	45,9
2017	11791	4084	550	1,5299	1,0489	53,0	4,9
2018	11449	3742	-342	1,4855	0,9710	48,6	-2,9
2019	10751	3044	-698	1,3950	0,9390	39,5	-6,1
2020	13840	6133	3089	1,7958	1,2873	79,6	28,7

Джерело: розраховано за даними [28]



Загальний можливо доступний потенціал побічної маси від вівсу по Житомирській області, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 13840 тон, що більше чим в 2019 році на 3089 тонн чи на 28,7%, та більше чим 2015 році на 6133 тонн чи на 79,6%.

Таблиця 2.6

**Показники динаміки побічної маси жита, яка може бути використана для виробництва електроенергії**

Роки	Показник, тонн	Абсолютна зміна, тонн		Темп зростання		Темп приросту, %	
		базис.	ланц.	базис.	ланц.	базис.	ланц.
2015	8541	-	-	-	-	-	-
2016	10828	2287	2287	1,2678	1,2678	26,8	26,8
2017	15263	6722	4435	1,7870	1,4096	78,7	41,0
2018	10880	2339	-4383	1,2739	0,7128	27,4	-28,7
2019	9529	988	-1351	1,1157	0,8758	11,6	-12,4
2020	10897	2356	1368	1,2758	1,1436	27,6	14,4

Джерело: розраховано за даними [28]

Загальний можливо доступний потенціал побічної маси від жита по Житомирській області, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 10879 тон, що більше чим в 2019 році на 1368 тонн чи на 14,4%, та більше чим 2015 році на 2356 тонн чи на 27,6%.

Переведемо розрахований потенціал побічної маси зернових культур яка може бути використана на енергетичні потреби в потенційну електроенергію. Для чого використаємо дані таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

**Розрахунок коефіцієнту переводу побічної біомаси зернових культур в електроенергії за теплою згоряння. Джерело: [29], [35, с. 50]**

Сільськогосподарська культура	Нижча теплота згоряння, Гкал / тонна	Перевідний коефіцієнт	Коефіцієнт переводу
Кукурудза на зерно (стебла)	3,270	1 Гкал теплової енергії = 407 кВт.год = 0,407 мВт.год	1,330890
Пшениця	3,285		1,336995
Ячмінь	3,190		1,298330
Жито	3,240		1,318680
Просо	3,000		1,221000
Овес	3,850		1,566950
Гречка	3,000		1,221000
Зернобобові культури	3,000		1,221000

Потенціал виробництва електроенергії з побічної маси основних зернових культур, МВт.год розраховано в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

**Потенціал виробництва електроенергії з побічної маси основних зернових культур, МВт.год**

Зернова культура	Роки						Зміна 2020 р. до 2019 р.	
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	+, -	у %
Кукурудза на зерно	640098	1069204	993426	1373777	1594446	1445721	-148725	-9,3
Пшениця	115817	136642	122391	133907	155328	135783	-19545	-12,6
Овес	12076	17614	18476	17940	16846	21687	4841	28,7
Ячмінь	19383	20891	17635	17257	18647	18492	-155	-0,8
Жито	11263	14279	20127	14347	12566	14370	1804	14,4
Зернобобові	5864	10482	18630	15153	8510	11573	3063	36,0
Гречка	753	2294	3493	4795	3322	3048	-274	-8,2
Просо	548	902	1016	1354	1757	2740	983	55,9
Зернові та зернобобові культури разом	805802	1272308	1195194	1578530	1811422	1653414	-158008	-8,7

Джерело: розраховано за даними таблиці 2.1. і 2.7.

Загальний теоретичний потенціал виробництва електроенергії з побічної маси зернових культур в Житомирській області, в 2015 році рівний 805802 МВт.год, в 2016 році рівний 1272308 МВт.год, в 2017 році рівний 1195194 МВт.год, в 2019 році рівний 1811422 МВт.год, в 2020 році рівний 1653414 МВт.год. В 2020 році теоретичний потенціал сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно – 1445721 МВт.год чи 87,4%; пшениця – 135783 МВт.год чи 8,2%, овес – 21687 МВт.год чи 1,3 %; ячмінь – 18492 МВт.год чи 1,1%; жито – 14370 МВт.год чи 0,9%; зернобобові – 11573 МВт.год чи 0,7%; гречка – 3048 МВт.год чи 0,2%; просо – 2740 МВт.год чи 0,2%.

## Висновки до розділу 2

1. Загальний можливо доступний потенціал побічної біомаси по Житомирській області, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 1241037 тонн, що менше чим в 2019 році на 118941 тонн чи на 8,7%, але більше чим 2015 році на 636411,3 тонн чи на 2,1 рази. В 2020 році наявний потенціал сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно – 1086281 тонн чи 87,5%; пшениця – 101558 тонн чи 8,18%, ячмінь – 14243 тонн чи 1,4%, овес – 13840 тонн чи 1,1 %; жито – 10897 тонн чи 0,9%; зернобобові – 9478 тонн чи 0,8%; гречка – 2496 тонн чи 0,2%; просо – 2244 тонн чи 0,18%.

2. Загальний теоретичний потенціал виробництва електроенергії з побічної маси зернових культур в Житомирській області, в 2015 році рівний 805802 МВт.год, в 2016 році рівний 1272308 МВт.год, в 2017 році рівний 1195194 МВт.год, в 2019 році рівний 1811422 МВт.год, в 2020 році рівний 1653414 МВт.год. В 2020 році теоретичний потенціал сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно – 1445721 МВт.год чи 87,4%; пшениця – 135783 МВт.год чи 8,2%, овес – 21687 МВт.год чи 1,3 %; ячмінь – 18492 МВт.год чи 1,1%; жито – 14370 МВт.год чи 0,9%; зернобобові – 11573 МВт.год чи 0,7%; гречка – 3048 МВт.год чи 0,2%; просо – 2740 МВт.год чи 0,2%. Як бачимо в побічній біомасі зернових культур закладено значний потенціал виробництва електроенергії.

### **РОЗДІЛ 3. НАПРЯМКИ ЗРОСТАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ПОБІЧНОЇ МАСИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПОТРЕБ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

Дослідження функціонування біоелектроенергетики в США, ЄЕС, Китаї, Японії, Україні і в інших регіонах світу показало, що для успішного заміщення зазначеної галуззю традиційної вуглеводневої енергетики необхідні розробка і реалізація найбільш ефективних моделей її державного стимулювання.

У ряді країн світу існують програми розвитку біоіндустрії в електроенергетиці, в рамках яких виділяються величезні державні кошти і розробляються механізми залучення під них інвестицій у виробництво енергії з саме з відходів діяльності аграрного виробництва через субсидії, податкові пільги, пільгові кредити, спеціальні ціни на тепло і електроенергію, вироблені з побічної біомаси, занижені ставки амортизаційних відрахувань, створення фондів, що підтримують розвиток альтернативної енергетики і т.д.

Для створення передумов подальшого зростання виробничих потужностей по перетворенню енергії біомаси на електроенергію повинна здійснюватися постійна державна підтримка НДДКР, регіональних і міжнародних біоенергетичних і біопаливних проєктів, розроблятися технологічні стандарти, що регламентують діяльність у сфері використання відходів сільського господарства.

До фінансових джерел державного стимулювання розвитку біоенергетики слід спрямовувати екологічні та економічні податки на викопні види палива, податки на викид парникових та інших газів при використанні традиційного вуглеводневого палива і інші бюджетні надходження.

Вивчення планів розвитку електроенергетики за рахунок відходів біоресурсів в різних країнах світу, спрямованих на заміщення традиційної вуглеводневої енергетики та вирішення завдань еколого-енергетичної безпеки, дозволяє виділити наступні перспективні завдання зазначеної галузі економіки:

1) подальше нарощування потужностей по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів;

2) розвиток інноваційних еколого-орієнтованих біоенергетичних технологій, що підвищують енергетичну і економічну ефективність вироблення електроенергії з біомаси та знижують екологічне навантаження на навколишнє середовище;

3) вдосконалення моделей державного регулювання розвитку біоенергетики по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів;

4) формування ринку біомаси в Україні;

5) розвиток міжнародного співробітництва в сфері біоенергетики по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів тощо.

Було встановлено, що основною потенціальною культурою для виробництва електроенергії є вирощування кукурудзи на зерно. Для можливості використання побічної продукції в якості енергетичного біоресурси потрібно для збору качанів застосовувати технологію збирання кукурудзи, яка передбачає технологічну обробку качанів не на полі, а їх обмолот у стаціонарних умовах. Зараз лише обмежена кількість господарств збирає кукурудзу зі стаціонарним обмолотом качанів, але такий обмолот дозволить отримати додаткові енергетичні біоресурси, оскільки для енергетичного застосування стебел кукурудзи під час збирання необхідно виконувати їх тюкування, а Житомирській області да і в Україні на сьогодні таке обладнання фактично відсутнє, хоча приклади обладнання для тюкування стебел кукурудзи і його успішного використання на енергетичні потреби є в деяких зарубіжних країнах.

### Висновки до розділу 3

1. Розвиток біоенергетики слід спрямувати на:

- подальше нарощування потужностей по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів;

- розвиток інноваційних еколого-орієнтованих біоенергетичних технологій, що підвищують енергетичну і економічну ефективність вироблення електроенергії з біомаси та знижують екологічне навантаження на навколишнє середовище;

- вдосконалення моделей державного регулювання розвитку біоенергетики по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів;

- формування ринку біомаси в Україні;

- розвиток міжнародного співробітництва в сфері біоенергетики по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів тощо.

2. Використання передового зарубіжного досвіду щодо інноваційного підходи при використанні побічної продукції рослинництва може бути корисним для України

## ВИСНОВКИ

1. Наша держава володіє величезними обсягами земельних ресурсів для ведення бізнесу на селі та одночасно спроможна забезпечити не лише потреби в продуктах харчування, а й забезпечити побічною продукцією власного виробництва енергетичну галузь. Маса побічної продукції, що утворюється в рослинництві може стати вагомим і практично невичерпним джерелом енергії в сучасних умовах.

2. Загальний можливо доступний потенціал побічної біомаси в Україні, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 26349278 тон, що менше чим в 2019 році на 4572232 тонн чи на 14,8%, та більше чим 2015 році на 4474878 тонн чи на 20,5%. В 2020 році наявний потенціал сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно - 20779146 тонн чи 78,9%; пшениця – 4104771 тонн чи 15,6%, ячмінь – 1007992 тонн чи 3,8 %, зернобобові – 255000 тонн чи 1,0%, жито – 79141 тонн чи 0,3%; овес – 75735 тонн чи 0,3 %; просо – 33805 тонн чи 0,1%; гречка – 13688 тонн чи 0,1%. Отже, основний потенціал побічної маси зернових культур отримуємо від трьох культур – це кукурудза на зерно, пшениця та ячмінь.

3. Загальний можливо доступний потенціал побічної біомаси по Житомирській області, що може бути використана для виробництва електроенергії становить в 2020 році 1241037 тон, що менше чим в 2019 році на 118941 тонн чи на 8,7%, але більше чим 2015 році на 636411,3 тонн чи на 2,1 рази. В 2020 році наявний потенціал сформували наступні зернові культури: кукурудза на зерно – 1086281 тонн чи 87,5%; пшениця – 101558 тонн чи 8,18%, ячмінь – 14243 тонн чи 1,4%, овес – 13840 тонн чи 1,1 %; жито – 10897 тонн чи 0,9%; зернобобові – 9478 тонн чи 0,8%; гречка – 2496 тонн чи 0,2%; просо – 2244 тонн чи 0,18%.

4. Загальний теоретичний потенціал виробництва електроенергії з побічної маси зернових культур в Житомирській області, в 2015 році рівний

805802 МВт.год, в 2016 році рівний 1272308 МВт.год, в 2017 році рівний 1195194 МВт.год, в 2019 році рівний 1811422 МВт.год, в 2020 році рівний 1653414 МВт.год. В 2020 році теоретичний потенціал сформувавши наступні зернові культури: кукурудза на зерно – 1445721 МВт.год чи 87,4%; пшениця – 135783 МВт.год чи 8,2%, овес – 21687 МВт.год чи 1,3 %; ячмінь – 18492 МВт.год чи 1,1%; жито – 14370 МВт.год чи 0,9%; зернобобові – 11573 МВт.год чи 0,7%; гречка – 3048 МВт.год чи 0,2%; просо – 2740 МВт.год чи 0,2%. Як бачимо в побічній біомасі зернових культур закладено значний потенціал виробництва електроенергії.

1. Розвиток біоенергетики слід спрямувати на:

- подальше нарощування потужностей по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів;

- розвиток інноваційних еколого-орієнтованих біоенергетичних технологій, що підвищують енергетичну і економічну ефективність вироблення електроенергії з біомаси та знижують екологічне навантаження на навколишнє середовище;

- вдосконалення моделей державного регулювання розвитку біоенергетики по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів;

- формування ринку біомаси в Україні;

- розвиток міжнародного співробітництва в сфері біоенергетики по виробництву електроенергії з біомаси та біовідходів тощо.

2. Використання передового зарубіжного досвіду щодо інноваційного підходи при використанні побічної продукції рослинництва може бути корисним для України



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бембенек М. Використання біомаси у виробництві брикетів і пелетів. *Молодий вчений*. 2019. № 5(1). С. 11-18.
2. Білодід В.Д, Куц Г.О. Енергетичний потенціал окремих видів альтернативного палива та оцінка енерговитрат на їх підготовку для прямого спалювання в котлоагрегатах. *Проблеми загальної енергетики*. 2011, вип. 1 (24). С. 32-39.
3. Бурлака С. А., Гуменюк Ю. В., Галушак О. О. Потенціал використання соломи зернових культур як біопалива. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2020. № 6. С. 57-64.
4. Василенков В. Є., Заблоцький Я. І. Використання енергії біомаси для теплозабезпечення комунально-побутових об'єктів. *Енергетика і автоматика*. 2020. № 3. С. 138-147.
5. Гальчинська Ю. М. Прогнозування енергетичного потенціалу біомаси як передумови розвитку біоенергетики в Україні. *Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. Економічні науки*. 2019. Вип. 1. С. 12-27.
6. Гелетуша Г. Г., Железна Т. А., Баштовий А. І. Енергетичний та екологічний аналіз технологій виробництва електроенергії з твердої біомаси. Частина 1. *Промышленная теплотехника*. 2017. Т. 39, № 1. С. 58-64.
7. Гелетуша Г. Г., Железна Т. А., Драгнєв С. В., Баштовий А. І. Аналіз можливостей виробництва і споживання паливних брикетів з біомаси сільськогосподарського походження в Україні. Частина 2. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2019. Т. 41, № 1. С. 67-73.
8. Гелетуша Г.Г. Железна Т.А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. *Аналітична записка БАУ*. 2014. №7. 33 с.

9. Гелетуха Г.Г., Жовмір М.М., Олійник Є.М., Радченко С.В. Біомаса як паливна сировина. *Промислова теплотехніка*. 2011. Т.33, № 5. С. 76-84.
10. Голуб Г.А., Кухарець С.М. Марус О.А. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві. К.: НУБіП України, 2016. 229 с
11. Гументик М. Я. Оцінка ефективності перероблення біомаси енергетичних культур на біопаливо. *Біоенергетика*. 2016. № 2. С. 28-31.
12. Денисенко В. О. Оцінка потенціалу біомаси в Україні. *Агросвіт*. 2019. № 24. С. 84-89.
13. Дубровін В.О., Романчук Л.Д. Кухарець С.М. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України. К.: Центр учбової л-ри, 2014. 335 с.
14. Єсіпов О. В., Поляшенко С. О., Манойло В. М., Пікалов А. В. Ефективне спалювання твердої біомаси. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2019. Вип. 198. С. 378-387.
15. Ждек Т. В. Математико-статистичний аналіз та прогнозування рівня технічно-доступного енергетичного потенціалу соломи зернових культур в Україні. *Сталий розвиток економіки*. 2014. № 2. С. 153-160.
16. Капіца М. І., Куклін Л. Ю., Горячкін В. М. "Блок когенерації" – генератор електричної і теплової енергії з біомаси. *Залізничний транспорт України*. 2019. № 1. С. 25-38.
17. Колесник Т. М., Прищепа А. М., Статник І. І., Брежицька О. А. Біоенергетичний потенціал соломи зернових культур Рівненщини. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки*. 2017. Вип. 4. С. 10-20.
18. Кухарець В.В., Білецький В.Р., Виговський С.М. Енергетичний потенціал соломи в районах Житомирської області. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2009. №134. Ч.2. С. 74-80.

19. Кухарець М.М., Олійник Р.В. Моніторинг потенціалу побічної маси основних зернових культур, що може бути використаним для виробництва електроенергії в Житомирській області: *матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»*. Частина 2., 27-28 травня 2021 р. Житомир: Поліський національний університет, 2021.

20. Кухарець С.М. Підвищення енергетичної автономності агроecosystem. Механіко-технологічні основи: *монографія*. Житомир: ЖНАЕУ, 2016. 192 с.

21. Кухарець С.М., Сукманюк О.М., Ярош Я.Д., Кухарець М.М., Оцінка потенціалу та шляхів виробництва водню із аграрної біомаси. *Відновлювальна енергетика*. 2020. №4. С. 89-99.

22. Кухарець С.М., Ярош Я. Д., Ярош С. В. Оцінка потенціалу сировини рослинного походження для теплових потреб у Житомирській області. *Вісник Житомирського національного агроecological університету*. 2017. № 1. С. 230-240.

23. Ларіна Я. С., Діченко А. Л. Обґрунтування й можливості реалізації сільськогосподарськими підприємствами маркетингових стратегій диверсифікації на основі оцінки потенціалу біомаси. *Молодий вчений*. 2017. № 11. С. 1217-1223.

24. Мазурак О., Качмар Н., Зеліско О., Бучко А. Екологічні підходи у використанні соломи зернових культур. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. *Агрономія*. 2016. № 20. С. 22-27. -

25. Неміш П. Д. Потенціал біомаси як фактор зниження енергетичної залежності регіону. *Інноваційна економіка*. 2013. № 6. С. 148-153.

26. Олійник Р.В. Моніторинг потенціалу побічної маси основних зернових культур, що може бути використаним для виробництва електроенергії в Україні». *Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених, аспірантів, студентів «Наукові читання»* (м. Житомир, 20 травня 2021 року, ПНУ).

27. Офіційний сайт Головного управління статистики у Житомирській області. URL: <http://www.zt.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 30.05.2021).
28. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 30.05.2021).
29. Перевідні коефіцієнти та співвідношення. URL: [https://uhbdp.org/images/uhbdp/pdf/library\\_sabo/odynuci\\_kilkosti\\_teplooty\\_ta\\_potuzhnosti.pdf](https://uhbdp.org/images/uhbdp/pdf/library_sabo/odynuci_kilkosti_teplooty_ta_potuzhnosti.pdf) (дата звернення 30.05.2021).
30. Про альтернативні види палива: Закон України від 14.01.2000 року № 1391-XIV (редакція від 16.10.2020 року). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14#>
31. Ремешевська І. В., Гурець Н. В., Омельчук О. А. Аналіз ефективності виробничої діяльності енергогенеруючого комплексу на біомасі ТОВ "Агропромислова Компанія "Євгроїл". *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування*. 2017. № 3. С. 136-142.
32. Снежкін Ю.Ф., Корінчук Д.М. Теплотехнічні характеристики твердих біопалив з торфу і біомаси як енергетичного ресурсу малої енергетики. *Промислова теплотехніка*. 2011. Т.34, № 6. С. 70-77.
33. Соломянюк Н. М., Меденцева А. І., Макушенко Б. М. Аналіз ринку котлів на біомасі в Україні. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2018. № 5. С. 54-63.
34. Тормосов Р.Ю. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. *Практичний посібник*. К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015. 208 с.
35. Федорчук Є. М. Оцінка потенціалу твердої біомаси в сільському господарстві України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2014. Вип. 8. С. 48-54.
36. Шубалий О. М., Короленко М. В., Косінський П. М. Економічне стимулювання поглибленої переробки біомаси в регіоні в контексті імплементації концепції "зеленої економіки". *Наукові праці НДФІ*. 2019. Вип. 2. С. 110-124.

37. Янковська К. С. Ефективність використання біомаси відходів сільськогосподарського виробництва на енергетичні потреби. *Інтелект XXI*. 2017. № 4. С. 115-119.

38. Янович В.П., Полєвода Ю.А., Підлипна М.П. Дослідження потенціалу біомаси сільськогосподарських рослин на території Вінницької області. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. № 2. С. 103-108.

39. Ярош Я.Д., Кухарець М.М. Оцінка потенціалу сировини рослинного походження для теплових потреб. *Наукові горизонти*. 2019. №3(76). С 38-47.

40. Ярош Я.Д., Кухарець М.М., Кухарець В.В. Моніторинг потенціалу побічної біомаси зернових культур для енергетичних потреб в Україні. *Наукові горизонти*. 2019. №9(82). С. 64-72.