

Svitlana Kyriienko



THE BIOMASS USING FOR THE ENERGY NEEDS  
IN THE NORTHERN REGIONS OF UKRAINE  
ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОТРЕБ  
У ПІВНІЧНИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ

DOI: 10.5281/zenodo.7110902

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© Kyriienko, S., 2022

**ABSTRACT**

As biomass is a by-product of agriculture, it is advisable to use it as an energy source. In Ukraine, economically viable biomass potential is estimated at 27 million tonnes / year. Attracting such potential for energy production can meet about 12–15 % of Ukraine's needs for primary energy.

**Purpose.** To assess the potential of agricultural waste, including wheat straw and corn stalks, for the energy needs of the Chernihiv and Rivne regions.

**Methodology.** The starting point for estimating the energy potential of primary agricultural waste is the statistics on the gross harvest of crops. The economic potential that best reflects the amount of biomass available for the energy needs has been investigated. The data were used for 5 years (2014–2018).

**Scientific novelty.** The prospects of the biomass use in the northern regions have been analyzed, the potential of the agricultural waste use in growing cereals for the energy needs in the Chernihiv and Rivne regions has been assessed for the first time.

**Conclusions.** The theoretical potential of wheat straw and corn stalks is adjusted with the minimum crop yields in the specific soil and climatic conditions of the study area. On the whole, there is a fairly steady upward trend in this potential as wheat and corn production increase.

The economic potential of wheat straw and corn stalks for the energy needs (conservative) in the Chernihiv region is 58.9 thousand tonnes (3.4 %) of the total amount of fuel used in 2018 and 58.1 thousand tonnes (3.3 %) of the total amount of fuel, respectively. The economic potential of wheat straw and corn stalks for the energy needs in the Rivne region is 31.73 thousand tonnes (1.71 %) of the total amount of fuel used in the region in 2018 and 37.61 thousand tonnes (2.03 %) of the total amount of fuel, respectively.

**Key words:** alternative energy sources, plant-growing, Polissya.

**АНОТАЦІЯ**

Оскільки біомаса є побічною продукцією сільського господарства, доцільним є використання її в якості джерела енергії. В Україні економічно доцільний потенціал біомаси оцінюється у 27 млн т/рік. Залучення такого потенціалу для виробництва енергії може задовольнити близько 12–15 % потреб України в первинній енергії.

**Мета.** Оцінити потенціал відходів сільського господарства, зокрема соломи пшениці і стебел кукурудзи, для енергетичних потреб Чернігівської та Рівненської областей.

**Методологія.** Досліджено економічний потенціал, який найкраще відображає обсяг біомаси, доступний для енергетичних потреб. Дані використані за 5 років (2014–2018 рр). Вихідною точкою для оцінки енергетичного потенціалу первинних відходів сільського господарства є статистичні дані по валовому збору сільськогосподарських культур.

Наукова новизна. Проаналізовано перспективи використання біомаси в північних областях, вперше проведено оцінку потенціалу використання відходів сільського господарства при вирощуванні зернових культур для енергетичних потреб у Чернігівській та Рівненській області.

**Висновки.** Теоретичний потенціал соломи пшениці і стебел кукурудзи корегує з мінімальними показниками врожаю культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах регіону дослідження. Загалом спостерігається досить стійка тенденція росту цього потенціалу, оскільки збільшується виробництво пшениці і кукурудзи.

Економічний потенціал соломи пшениці і стебел кукурудзи для енергетичних потреб (консервативний) в Чернігівській області складає 58,9 тис. т у.п. (3,4 % усього палива, що використано у 2018 р.) і 58,1 тис. т у.п. (3,3 % усього палива) відповідно. Економічний потенціал соломи пшениці і стебел кукурудзи для енергетичних потреб в Рівненській області складає 31,73 тис. т у.п. (1,71 % усього палива, що використано в області у 2018 р.) і 37,61 тис. т у.п. (2,03 % усього палива) відповідно.

**Ключові слова:** альтернативні джерела, рослинництво, Полісся.

## Постановка проблеми

*Актуальність роботи.* Сучасна енергетична система, що характеризується надмірним споживанням викопного палива, все більше і більше неспроможна розв'язати проблему постачання енергії. Структури традиційного енергопостачання суперечать потребам суспільства в доступній та чистій енергії. Тому здійснення реструктуризації енергетичної системи та повернення виробництва енергії у відповідність вимогам стійкої енергетичної безпеки та охорони навколишнього середовища має бути першочерговим завданням [1].

Оскільки біомаса є побічною продукцією сільського господарства, то можна сміливо стверджувати, що з розвитком інтенсивних технологій у рослинництві чи тваринництві буде називати її проблема створення таких енергозберігаючих технологій, які б задовольняли і сільськогосподарського виробника і виробників альтернативного виду палива (АВП) та не суперечили поняттям сталості біомаси. Особливо актуальною ця проблема стає на шляху України до світової інтеграції до Європи, адже показник використання побічної продукції рослинництва у біоенергетиці повинен бути не нижчим за європейський. Так, у Данії 60 % загального збору соломи вважають придатними для вироблення енергії, а у нашій державі за нормативними документами лише 20 % її може бути використано на енергетичні потреби [2].

Залучення такого потенціалу для виробництва енергії може задовольнити близько 12–15 % потреб України в первинній енергії [8].

В Україні економічно доцільний потенціал біомаси оцінюється у 27 млн т/рік. Його основними складовими є сільськогосподарські відходи та енергетичні культури [6].

Для додаткового заміщення 5,27 млрд. м<sup>3</sup>/рік природного газу біомасою до 2020 р. відповідно до цілей затвердженого Національного плану дій з Відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), до паливно-енергетичного балансу країни потрібне широке залучення відходів сільського господарства (соломи, стебел кукурудзи/соняшника) та енергетичних культур [7]. В умовах значних ускладнень у забезпеченні потреб України в паливно-енергетичних ресурсах особливо актуальним є використання біомаси, яка вирощується регулярно, а її використання в якості джерела енергії не супроводжується зменшенням кількості зелених насаджень в регіоні, визнається відновлювальним ресурсом і вважається екологічно нейтральною.

Питання енергетичного потенціалу побічної продукції рослинництва досліджувалося здебільшого на макрорівні й тому назріла потреба його аналізу на мікрорівні, в межах конкретних областей. Аналіз досягнутого рівня енергетичного потенціалу в різних областях України є попереднім кроком до створення сприятливих інвестиційних проектів у біоенергетиці.

*Аналіз останніх досліджень та публікацій.* Досить багато вітчизняних науковців займалися питаннями розвитку біоенергетики у сільському господарстві. Так, Мельничук М. та Дубровін В. виділяють три аспекти у цій проблемі: по перше – скорочення загальних витрат енергії в сільськогосподарському виробництві, по друге – збільшення використання поновлюваних джерел енергії, а по третє – переважне використання твердих видів палива [2]. Гелетуха Г. Г., Жовнір М. М., Железна Т. А. та інші співавтори у своїх публікаціях стосовно дослідження енергетичного потенціалу багатьох культур держави на макрорівні стверджують, що Україна є державою зі значним енергетичним потенціалом для виробництва енергії на основі використання місцевих видів палива [3, 4]. Згідно тверджень Якубені Я. та Шумського Т., використовуючи суху біомасу (зокрема соломі) можна значно скоротити споживання, в першу чергу імпортного природного газу і забезпечити суттєву економію державних ресурсів [5].

*Мета.* Оцінити потенціал відходів сільського господарства, зокрема соломи пшениці і стебел кукурудзи, для енергетичних потреб Чернігівської та Рівненської областей.

*Методологія.* Інформацію про виробництво сільськогосподарських культур (пшениці та кукурудзи) в Чернігівській та Рівненській області сільськогосподарськими підприємствами за 2014–2018 рр. отримано на офіційний запит до Головного управління статистики у Чернігівській області та Головного управління статистики у Рівненській області. Статистичні дані наведені за «Рослинництво Чернігівщини» та «Рослинництво Рівненщини» [9, 10]. Основою розрахунку слугувала методика оцінки, описана у фінальному звіті «Оцінка потенціалу біомаси в Одеській області (на прикладі двох районів з деякими змінами та допущеннями, наведеними нижче [11]:

1) з урахуванням того, що типовий термін окупності енергетичного обладнання на соломі становить близько 5 років, для розрахунку

2) використані статистичні дані щодо врожаю за 2014–2018 рр.;

2) одним із важливих моментів при використанні біопалив є їх стабільне постачання у необхідній кількості на енергетичні об'єкти, тому для зменшення ризику нестачі біопалива у випадку неврожаю у розрахунку використаний мінімальний урожай за п'ятирічний період;

3) у розрахунку не бралися до уваги міста обласного значення;

4) розрахунки проводились тільки для сільськогосподарських підприємств, не враховуючи господарства населення.

Існують різні види потенціалу біомаси і зазвичай розрізняють три основні: теоретичний, технічний та економічний. Економічний потенціал – частка технічного потенціалу, що задовольняє критеріям економічної доцільності за даних умов. У дослідженні оцінено економічний потенціал, оскільки саме він найкраще відображає обсяг біомаси, доступний для енергетичних потреб:

$$Pe = \sum_{i=1}^n Cr_i \times Kr_i \times Ke_i \times Koe_i,$$

де  $Cr_i$  – виробництво  $i$ -ої сільськогосподарської культури (статистичні дані), т;  $Kr_i$  – коефіцієнт відходів для розрахунку теоретичного потенціалу біомаси;  $Ke_i$  – коефіцієнт енергетичного використання для розрахунку економічного потенціалу поживних решток;  $Koe_i$  – коефіцієнт перерахунку потенціалу біомаси у нафтовий еквівалент, теплотворна здатність відходів рослинництва / теплотворна здатність нафтового еквіваленту.

Для обробки результатів дослідження застосовувалися статистичні методи, якісний та порівняльний аналіз.

*Наукова новизна.* Проаналізовано перспективи використання біомаси в північних областях, вперше проведено оцінку потенціалу використання відходів сільського господарства при вирощуванні зернових культур для енергетичних потреб у Чернігівській та Рівненській області.

## Результати дослідження

Чернігівщина та Рівненщина є одними із найсприятливіших та найбільш розвинутих аграрних областей України. Рослинництво є базовою галуззю сільського господарства, актуальними напрямками розвитку якого є нарощування обсягів виробництва зерна, технічних культур, картоплі та кормів. Природно-кліматичні умови областей, особливо зони Полісся, сприяють виробництву конкурентоспроможної продукції рослинництва. Виробництвом сільськогосподарської продукції в регіоні займаються 1120 (Чернігівщина) та 753 (Рівненщина) агропідприємств.

Згідно статистичних даних основними зерновими культурами Чернігівської області можна вважати пшеницю та кукурудзу на зерно.

У 2018 р. було вироблено відповідно 8466 та 25802 центнерів зерна (рис. 1).

На рисунку видно загальний тренд зростання виробництва пшениці, а також різке підвищення виробництва кукурудзи на зерно, що означає збільшення утворення первинних відходів (первинні відходи рослинництва утворюються при зборі врожаю сільськогосподарських культур), які можуть бути частково використані для виробництва енергії. Для пшениці це солома, а для кукурудзи на зерно – стебла.

У структурі валового виробництва сільськогосподарської продукції Рівненської області продукція рослинництва становить 64,7%. Основними видами продукції є зернові та зерновобобові культури, їх кількість щорічно зростає (рис.2).

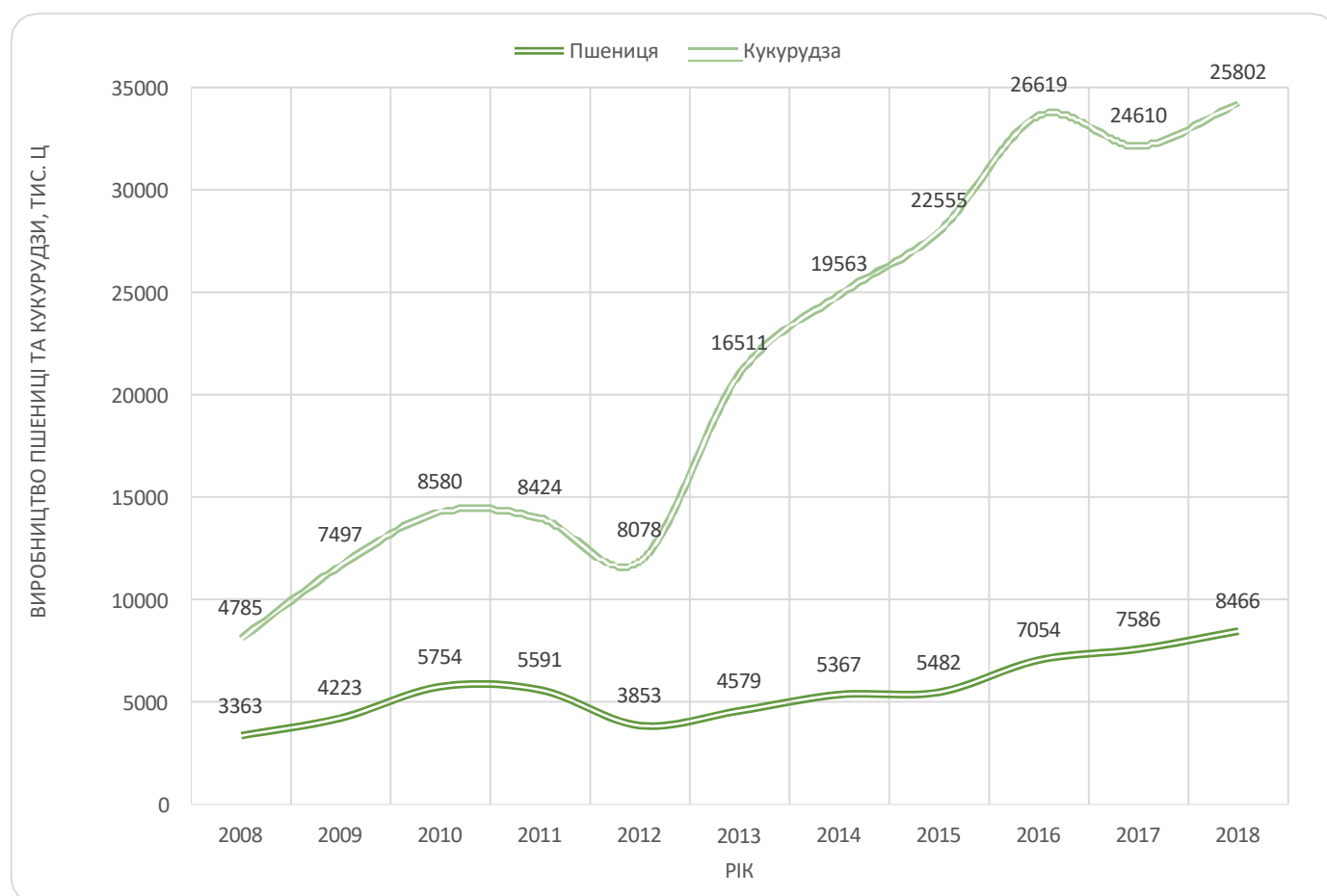


Рис. 1. Виробництво пшениці та кукурудзи на зерно у Чернігівській області (2008–2018 рр.)

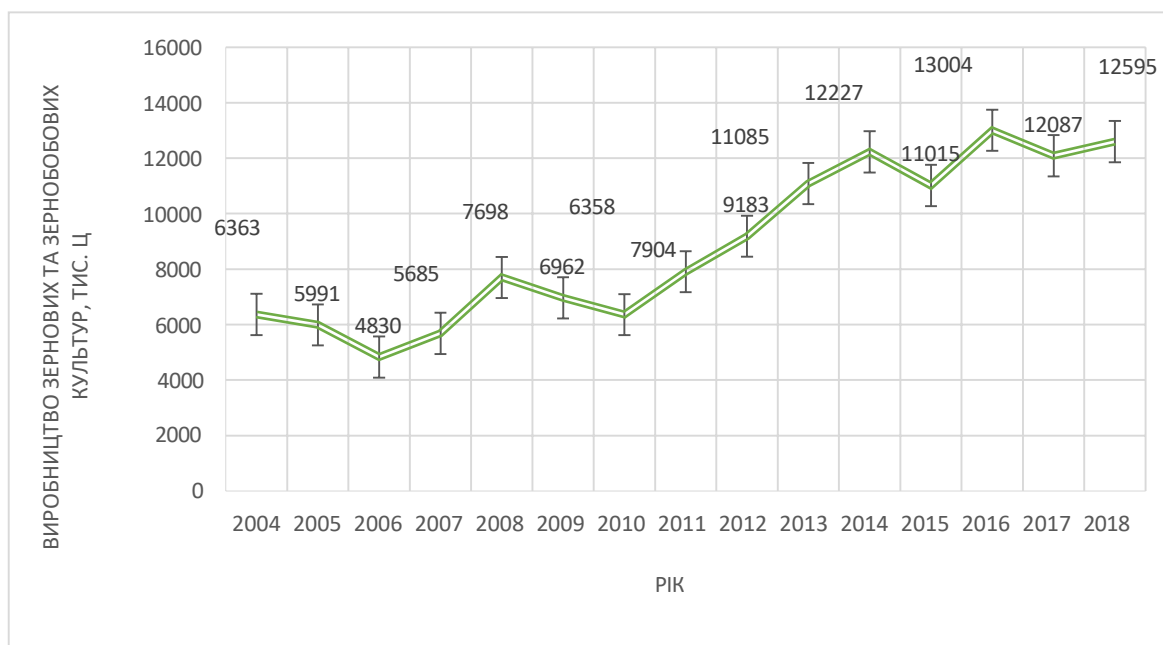


Рис. 2. Виробництво зернових культур у Рівненській області (2004–2018 рр.)

Солома зернових культур зазвичай має порівняно низький вміст вологи (в межах 20 %) і може бути гранульована/брикетована або спалена без додаткової сушки. Слід зазначити, що оптимальними показниками відносної вологості для соломи є 11–15 %. Солому вологістю вище 22 % не бажано використовувати як паливо, оскільки це погіршує якість спалювання [7].

Неуцільнену солому доцільно використовувати поблизу від місць її утворення, солому у тюках та рулонах – у межах району та сусідніх районів, а гранульовану або брикетовану солому можна перевозити на значні відстані, у тому числі і у країни дальнього зарубіжжя.

Рослинні відходи як паливо мають ряд негативних властивостей, що вимагає досить ретельного підходу до їх застосування. Так, солома може містити хлор і лужні метали, завдяки чому в процесі її спалювання утворюються такі хімічні сполуки як хлорид натрію і хлорид калію. Ці сполуки викликають корозію сталевих елементів енергетичного обладнання, особливо при високих температурах. Іншою особливістю соломи є відносно низька температура плавлення золи – 800–950 °С (для порівняння – у деревини ~1200 °С), що може призвести до шлакування елементів енергетичного обладнання.

На сьогодні в світі вже знайдено конструктивні та інші технологічні рішення, що мінімізують ці негативні впливи і дозволяють успішно використовувати солому як паливо. Прикладами таких рішень є сумісне спалювання з вугіллям, деревиною та іншими паливами або використання не «жовтої» (свіжої) соломи, а «сірої», тобто з тривалим терміном зберігання під відкритим небом. В останній міститься суттєво менше хлору та калію у порівнянні з жовтою соломою внаслідок «промивання» дощами.

Стебла кукурудзи також містять хлор та лужні метали. Вміст хлору становить ~0,2 % маси сухої речовини, що є близьким до показника «сірої» соломи. Вміст калію, виходячи з наявних даних для стрижнів кукурудзи, такий же, як в соломі (6,1 мг/кг сух.). Температура плавлення золи у стебел кукурудзи вища, ніж у соломи – 1050–1200 °С. Це є позитивним фактором з точки зору застосування як палива. Крім того, в стеблах кукурудзи значно менший вміст сірки, ніж в соломі.

Слід зазначити, що солома може використовуватися у тваринництві як підстилка для тварин, але їхня кількість постійно зменшується, що зменшує і потреби в соломі (рис. 3, 4).

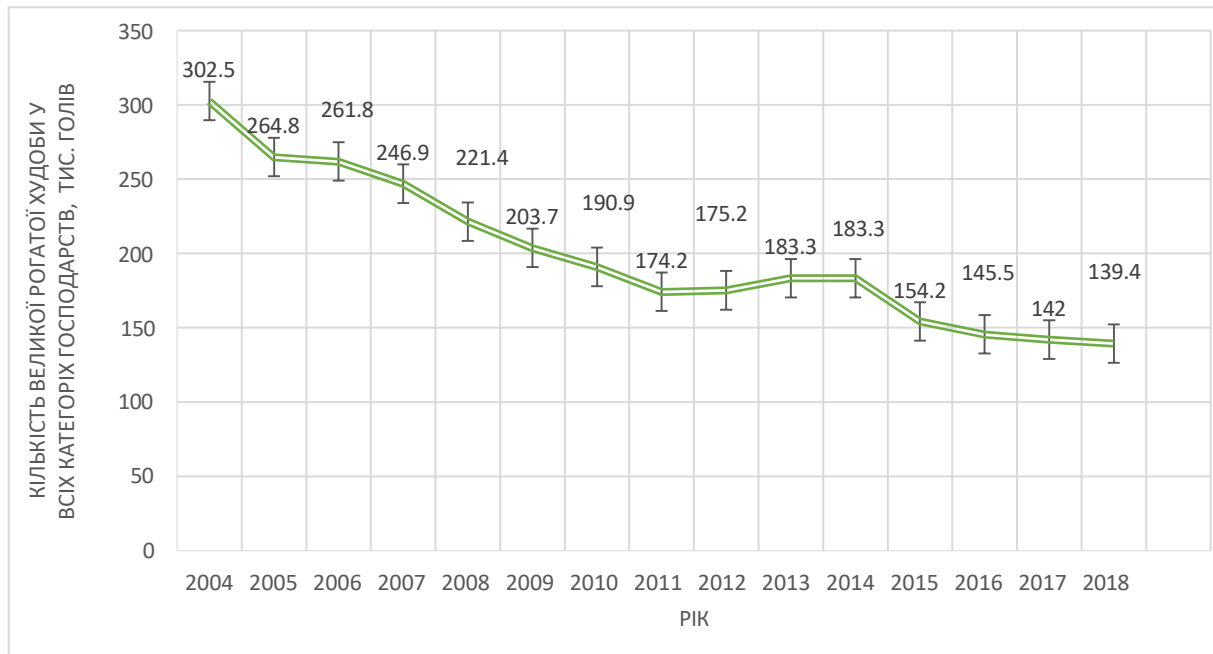


Рис. 3. Зміна кількості поголів'я великої рогатої худоби у всіх категоріях господарств Рівненської області (2004–2018 рр.)

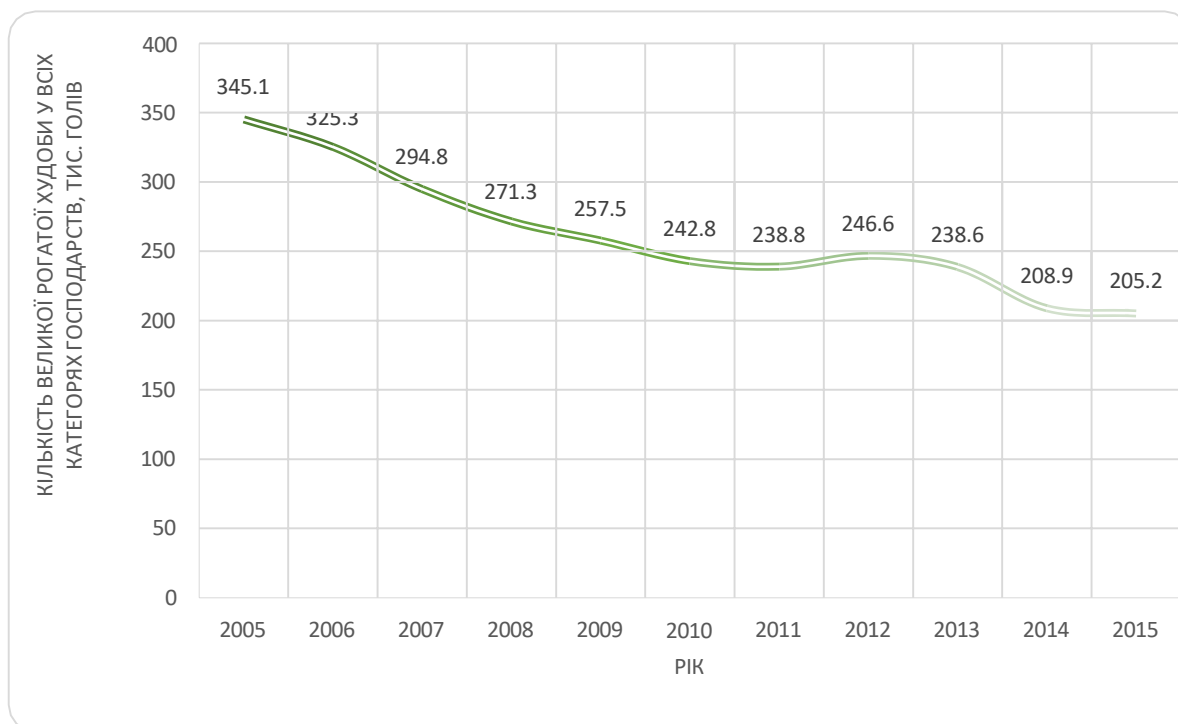


Рис. 4. Зміна кількості поголів'я великої рогатої худоби у всіх категоріях господарств Чернігівської області (2005–2015 рр.)

Вихідною точкою для оцінки енергетичного потенціалу первинних відходів сільського господарства є статистичні дані по валовому збору

сільськогосподарських культур. Загалом спостерігається досить стійка тенденція росту цього потенціалу, оскільки збільшується виробництво

пшениці і кукурудзи.

Аналіз отриманих результатів показує, що величина теоретичного потенціалу є досить нерівномірною по роках і залежить, головним чином, від врожаю пшениці і кукурудзи.

Таким чином, теоретичний потенціал соломи пшениці і стебел кукурудзи корегує з мінімальними показниками врожаю культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах регіону дослідження (табл. 1–4).

Таблиця 1

Результати розрахунку економічного потенціалу соломи пшениці для енергетичних потреб у розрізі районів Чернігівської області

Райони	Теоретичний потенціал соломи (консервативний), т	Економічний потенціал соломи для енергетичних потреб (консервативний), т	Економічний потенціал соломи для енергетичних потреб (консервативний), т у.п.
Бахмацький	54300	16290	7787
Бобровицький	27409	8223	3930
Борзнянський	43892	13168	6294
Варвинський	13897	4169	1993
Городнянський	10451	3135	1499
Ічнянський	36737	11021	5268
Козелецький	10306	3092	1478
Коропський	20117	6035	2885
Корюківський	6574	1972	943
Куликівський	12449	3735	1785
Менський	21539	6462	3089
Ніжинський	31240	9372	4480
Н.-Сіверський	5304	1591	761
Носівський	23157	6947	3321
Прилуцький	31624	9487	4535
Ріпкинський	5055	1517	725
Семенівський	4533	1360	650
Сновський	1713	514	246
Сосницький	4692	1408	673
Срібнянський	4431	1329	635
Талалаївський	21070	6321	3021
Чернігівський	20255	6077	2905

Серед районів Чернігівщини коливання теоретичного потенціалу соломи пшениці для енергетичних потреб знаходиться в межах від

1713 т (Сновський район) до 54300 т (Бахмацький район); стебел кукурудзи від 4692 т (Сосницький район) до 44068 т (Прилуцький район) (табл. 2).

Таблиця 2

Результати розрахунку економічного потенціалу стебел кукурудзи для енергетичних потреб у розрізі районів Чернігівської області

<i>Райони</i>	Теоретичний потенціал соломи (консервативний), т	Економічний потенціал соломи для енергетичних потреб (консервативний), т	Економічний потенціал соломи для енергетичних потреб (консервативний), т у.п.
Бахмацький	26281	7884	3769
Бобровицький	9749	2925	1398
Борзнянський	18143	5443	2602
Варвинський	33897	10169	4861
Городнянський	10451	3135	1499
Ічнянський	30737	9221	4408
Козелецький	12306	3692	1765
Коропський	27193	8158	3899
Корюківський	11442	3433	1641
Куликівський	15376	4613	2205
Менський	18539	5562	2658
Ніжинський	31240	9372	4480
Н.-Сіверський	8304	2491	1191
Носівський	19157	5747	2747
Прилуцький	44068	13220	6319
Ріпкинський	9217	2765	1322
Семенівський	7896	2369	1132
Сновський	9485	2846	1360
Сосницький	4692	1408	673
Срібнянський	11662	3499	1672
Талалаївський	25070	7521	3595
Чернігівський	20255	6077	2905

Найменший економічний потенціал соломи пшениці для енергетичних потреб в Рівненській

області має Костопільський район (30,68 т у.п.). Лідером є Млинівський район – 8148,99 т у.п. (табл.3).



Таблиця 3

Результати розрахунку економічного потенціалу соломи пшениці для енергетичних потреб у розрізі районів Рівненської області

<i>Райони</i>	Теоретичний потенціал соломи (консервативн), т	Економічний потенціал соломи для енергетичних потреб (консервативний), т	Економічний потенціал соломи для енергетичних потреб (консервативний), т. у.п.
Березнівський	331	99,3	47,46
Володимирецький	312	93,6	44,74
Гошанський	13862	4158,6	1987,8
Демидівський	13760	4128	1973,18
Дубенський	27437	8231,1	3934,46
Дубровицький	215	64,5	30,83
Здолбунівський	22009	6602,7	3156,09
Корецький	9427	2828,1	1351,83
Коспільський	214	64,2	30,68
Млинівський	56827	17048,1	8148,99
Острозький	23171	6951,3	3322,7
Радивилівський	36366	10909,8	5214,8
Рівненський	16325	4897,5	2341
Сарненський	1008	302,4	144,5

Найменший економічний потенціал соломи кукурудзи для енергетичних потреб в Рівненській області

має Сарненський район (94,55 т у.п.). Лідером є Здолбунівський район – 5365,65 т у.п. (табл. 4).

Таблиця 4

Результати розрахунку економічного потенціалу соломи кукурудзи для енергетичних потреб у розрізі районів Рівненської області

<i>Райони</i>	Теоретичний потенціал соломи (консервативний), т	Економічний потенціал соломи для енергетичних потреб (консервативний), т	Економічний потенціал соломи для енергетичних потреб (консервативний), т у.п.
1	2	3	4
Березнівський	10228	4091,2	1116,89
Гошанський	38763	15505,2	4232,92

Продовження Таблиці 4

1	2	3	4
Демидівський	26427	10570,8	2885,82
Дубенський	40862	16344,8	4462,13
Здолбунівський	49136	19654,4	5365,65
Корецький	25009	10003,6	2730,98
Костопільський	15525	6210	1695,33
Млинівський	43130	17252	4709,79
Острозький	24184	9673,6	3869,44
Радивилівський	43399	17359,6	4739,17
Рівненський	15583	6233,2	1701,66
Сарненський	865,8	346,32	94,55

## Висновки

Таким чином, економічний потенціал соломи пшениці для енергетичних потреб (консервативний) в Чернігівській області складає 58,9 тис. т у.п., що становить 3,4 % усього палива, що використано у Чернігівській області у 2018 р. (1715,5 тис. т у.п.). Економічний потенціал стебел кукурудзи для енергетичних потреб (консервативний) Чернігівської області складає 58,1 тис. т у.п., що становить 3,3 % усього палива, що використано в області у 2018 р.

Економічний потенціал соломи пшениці для енергетичних потреб в Рівненській області (консервативний) складає 31,73 тис. т у.п., що становить 1,71 % усього палива, що використано в області у 2018 р. (1853,65 тис. т у.п.). Економічний

потенціал стебел кукурудзи для енергетичних потреб в Рівненській області складає 37,61 тис. т у.п., що становить 2,03 % усього палива, що використано у 2018 р.

Розглянуті типи біомаси – солома пшениці і стебла кукурудзи – можуть бути використані для виробництва біопалива та його використання для енергетичних потреб у північних областях України – Рівненській і Чернігівській областях, що зменшить використання традиційних викопних палив, підвищить рівень диверсифікації постачання палив, збільшить рівень зайнятості населення, з'явиться можливість додаткового заробітку населенню, частина фінансів, яка йде на оплату палива за межі області, залишиться в ній тощо.

## References

1. Vidnovliuvani dzhherela enerhii i navkolyshnie seredovyshche [Renewable energy sources and the environment] (n.d.). Retrieved from [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/mpz/docs/1015\\_rec\\_1879.htm](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/mpz/docs/1015_rec_1879.htm)

Відновлювані джерела енергії і навколишнє середовище. [Електронний ресурс]. URL: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/mpz/docs/1015\\_rec\\_1879.htm](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/mpz/docs/1015_rec_1879.htm)

2. Heletukha, H. H., Zheliezna, T. A., Kucheruk, P. P., Oleinyk, E. N., and Tryboi, A. V. (2015). Bioenerhetyka v Ukraini: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku. Chastyna 1 [Bioenergy in Ukraine: current status and development prospects. Part 1]. *Promyslova teplotekhnika – Industrial heat engineering*, 2 (37), 68–76.

Гелетука Г. Г., Железна Т. А., Кучерук П. П., Олейник Е. Н., Трибой А. В. Біоенергетика в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. Частина 1. *Промислова теплотехніка*. 2015. Т. 37, № 2. С. 68–76.

3. Heletukha, H. H., and Zheliezna, T. A. (2014). Perspektivy vykorystannia vidkhodiv silskoho hospodarstva dlia vyrobnytstva enerhii v Ukraini [Prospects for the use of agricultural waste for energy production in Ukraine]. Retrieved from <https://uabio.org/wp-content/uploads/2014/02/position-paper-uabio-7-ua.pdf>.

Гелетука Г. Г., Железна Т. А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні [Електронний ресурс]. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2014/02/position-paper-uabio-7-ua.pdf>.

4. Heletukha, H. H., Zheliezna, T. A., and Oliinyk, Ye. M. (2013). Perspektivy vyrobnytstva teplovoi enerhii z biomasy v Ukraini [Prospects for the production of thermal energy from biomass in Ukraine]. *Promyslova teplotekhnika*, 5(35), 48–57.

Гелетука Г. Г., Железна Т. А., Олійника Є. М. Перспективи виробництва теплової енергії з біомаси в Україні. *Промислова теплотехніка*, 2013. Т. 35. № 5. С. 48–57.

5. Heletukha, H., and Zheliena, T. (2014). Svitovyi dosvid vykorystannia vidkhodiv silskoho hospodarstva dlia vyrobnytstva enerhii [World experience in the use of agricultural waste for energy production]. *Ekolohiia pidpriemstva – Ecology of the enterprise*, 3, 56–57, 63–65.

Гелетука Г., Железна Т. Світовий досвід використання відходів сільського господарства для виробництва енергії. *Екологія підприємства*. 2014. № 3. С. 56–57, 63–65.

6. Enerhetychna stratehiia Ukrainy do 2030. (2013). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13#Text>.

Енергетична стратегія України до 2030 [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13#Text>.

7. Heletuha, H. (2016). Pidhotovka ta vprovadzhennia proektiv zamishchennia pryrodnoho hazu biomasiu pry vyrobnytstvi teplovoi enerhii v Ukraini [Preparation and implementation of projects to replace natural gas with biomass in the production of thermal energy in Ukraine]. Kyiv, Ukraine : Polihraf plus.

Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник / За ред. Г. Гелетука. Київ: Поліграф плюс, 2016. 104 с.

8. Proekt «Rozvytok ta komertsializatsiia bioenerhetychnykh tekhnolohii v munitsypalnomu sektori v Ukraini». Analichnyi zvit ta rekomendatsii shchodo vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur v Ukraini [Project “Development and commercialization of bioenergy technologies in the municipal sector in Ukraine”. Analytical report and recommendations for growing energy crops in Ukraine]. Retrieved from [http://bioenergy.in.ua/media/filer\\_public/58/b4/58b45b61-d09d-43bf-bcb7-47e0235d39e0/otchet\\_po\\_verbe.pdf](http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/58/b4/58b45b61-d09d-43bf-bcb7-47e0235d39e0/otchet_po_verbe.pdf).

Проект «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій в муніципальному секторі в Україні». Аналітичний звіт та рекомендації щодо вирощування енергетичних культур в Україні [Електронний ресурс]. URL: [http://bioenergy.in.ua/media/filer\\_public/58/b4/58b45b61-d09d-43bf-bcb7-47e0235d39e0/otchet\\_po\\_verbe.pdf](http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/58/b4/58b45b61-d09d-43bf-bcb7-47e0235d39e0/otchet_po_verbe.pdf).

9. Roslynystvo Rivnenshchyny. Holovne upravlinnia statystyky u Rivnenskkii oblasti [Crop production of Rivne Region. Main Department of Statistics in Rivne Oblast] (2017). Retrieved from [http://rivnestat.gov.ua/books/publ/z\\_roslyn\\_16.zip](http://rivnestat.gov.ua/books/publ/z_roslyn_16.zip).

Рослинництво Рівненщини. Головне управління статистики у Рівненській області, 2017. [Електронний ресурс]. URL: [http://rivnestat.gov.ua/books/publ/z\\_roslyn\\_16.zip](http://rivnestat.gov.ua/books/publ/z_roslyn_16.zip).

10. Roslynystvo Chernihivshchyny. Holovne upravlinnia statystyky u Chernihivskii oblasti [Crop

production of Chernihiv Region. Main Department of Statistics in Chernihiv Oblast]. (2017). Retrieved from [http://chernigivstat.gov.ua/books/publ/z\\_roslyn\\_16.zip](http://chernigivstat.gov.ua/books/publ/z_roslyn_16.zip).

Рослинництво Чернігівщини. Головне управління статистики у Чернігівській області, 2017. [Електронний ресурс]: [http://chernigivstat.gov.ua/books/publ/z\\_roslyn\\_16.zip](http://chernigivstat.gov.ua/books/publ/z_roslyn_16.zip).

11. Finalnyi zvit «Otsinka potentsialu biomasy v Odeskii oblasti (na prykladi dvokh raioniv) [Final report “Assessment of biomass potential in Odessa region (on the example of two districts)”]. (2017). Retrieved from [http://eeau.org.ua/wp-content/uploads/2017/02/web\\_Biomassresources\\_07022017\\_UKR\\_FINAL.pdf](http://eeau.org.ua/wp-content/uploads/2017/02/web_Biomassresources_07022017_UKR_FINAL.pdf).

Фінальний звіт «Оцінка потенціалу біомаси в Одеській області (на прикладі двох районів)», 2017. [Електронний ресурс]. URL: [http://eeau.org.ua/wp-content/uploads/2017/02/web\\_Biomassresources\\_07022017\\_UKR\\_FINAL.pdf](http://eeau.org.ua/wp-content/uploads/2017/02/web_Biomassresources_07022017_UKR_FINAL.pdf)

Received: 23.12.2019. Accepted: 23.01.2020. Published: 07.01.2022.

Cite this article in APA Style as:

Kyriienko, S. (2022). Vykorystannia biomasy dlia enerhetychnykh potreb u pivnichnykh oblastiakh Ukrainy [The biomass using for the energy needs in the Northern regions of Ukraine]. *BHT: Biota. Human. Technology*, 1(1), 20–31. (in Ukrainian)

Information about the author:

**Kyriienko S.** [*in Ukrainian*: **Кириєнко С.**], Ph.D. in Biol. Sc., Assoc. Prof., email: [vettavl@ukr.net](mailto:vettavl@ukr.net)  
ORCID: 0000-0002-2960-8656

Department of Ecology and Nature Conservation, T.H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”,  
53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine