

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОЛОМИ

Л. В. Харчук, аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

У статті досліджується питання оцінки біоенергетичного потенціалу соломи. За результатами проведеного дослідження запропоновано системний підхід до визначення показника біоенергетичного потенціалу відходів сільськогосподарських культур, який є економічно доцільним для використання в енергетичних цілях. Проведено відбір коефіцієнтів, необхідних для даної оцінки. На основі статистичних даних проаналізовано теоретичний, технічнодосяжний та економічно доцільний потенціал біомаси соломи, яка може бути використана для отримання енергії. Визначено біоенергетичний потенціал соломи в Житомирській області.

Ключові слова: біоенергетика, біомаса, енергетичні ресурси, рослинництво, біоенергетичний потенціал соломи.

Постановка проблеми: Сьогодні в Європі біоенергетика визнана найбільш перспективним сектором відновлювальної енергетики, який з року в рік розвивається динамічними темпами. Така ситуація насамперед обумовлена Енергетичною стратегією ЄС, відповідно до якої до **2020** року внесок відновлювальних джерел енергії в загальному енергоспоживанні повинен скласти **20%**. Внесок біомаси в загальному балансі відновлювальної енергетики планується на рівні близько **76%**. Визначення таких пріоритетів обумовлено рядом факторів. По-перше, це динамічне скорочення світових запасів традиційних видів енергетичних ресурсів та стрімкий ріст цін на них. По-друге – необхідність скорочення викидів парникових газів, які мають антропогенний вплив на навколишнє середовище. По-третє біомаса, як енергетичний ресурс, відзначається певною гнучкістю відносно виробництва як теплової та електричної енергії, так і різних видів моторного палива. Найбільший ресурсний потенціал біомаси формує сільське та лісове господарство у вигляді відходів рослинництва, тваринництва та деревообробки, а також енергетичних рослин. Так, ресурси біомаси є відносно сталими та доступними у всіх країнах світу.

© Харчук Л.В., 2014

Зважаючи на енергетичну залежність України від імпорту традиційних енергоносіїв, аграрну спрямованість економіки країни та європейські пріоритети, розвиток сектора біоенергетики набуває особливої актуальності.

Постійно збільшується частка енергетичних ресурсів у собівартості продукції сільського господарства. Якщо 15 років тому в собівартості виробництва зернових культур частка палива становила 3%, то в теперішній час – 15-20%. З огляду на вищезазначене, сільське господарство України зацікавлене у застосуванні нетрадиційних джерел енергії, а особливо – відновлюваних джерел власного виробництва. Тому дослідження оцінки потенціалу біомаси та використання її як джерела енергії є надзвичайно важливим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різномічні аспекти розвитку відновлювальної енергетики неодноразово висвітлювалися у наукових доробках Г. Калетніка, В. Ладик, Г. Гелетуки, В. Дубровіного, І. Кириленка, М. Пашкевича, С. Кудрі, А. Долинського, В. Галуха та ін. Дослідження ресурсної бази сільськогосподарської сировини для енергетичного використання у своїх наукових працях проводили вчені-науковці, такі як: С. Кафлевська, Н. Мхітарян, М. Жовнір, С. Стасіневич, В. Дудченко, О. Абашева, В. Кухарець, Ю. Гирасименко, В. Скрипченко, С. Лопатіна, І. Кушнір, Г. Черевко та інші. Однак оцінка біоенергетичного потенціалу відходів зернових сільськогосподарських культур є недостатньо систематизованою та вивченою у розрізі окремих регіонів.

Метою статті є дослідження методичних підходів до оцінки біоенергетичного потенціалу соломи.

Виклад основного матеріалу. Наявність кожного з видів біомаси для енергетичних потреб та територіальний розподіл біомаси по областях України є нерівномірними та щорічно змінюються [5]. Така ситуація обумовлена специфікою географічного розташування, кліматичними умовами та господарською діяльністю окремих областей. Оцінка потенціалу біомаси областей проводиться для визначення кількості та якості ресурсів, необхідних для розвитку сектора біоенергетики. Вона також слугує інструментом прийняття управлін-

ських рішень щодо ефективності використання потенціалу біомаси та активації можливих джерел конкурентоспроможності області.

Зернове виробництво займає провідне місце в аграрному секторі економіки України. Зважаючи на цей факт, в Україні є всі передумови для виробництва соломи та подальшого її застосування на енергетичні потреби. Відходи сільськогосподарського виробництва у вигляді соломи давно привертають увагу енергетиків і екологів. Найбільш ефективним методом утилізації будь-яких відходів є їх використання як заміників викопних енергетичних ресурсів. Їх особливістю є доступність, значні запаси і простота використання. При цьому доводиться констатувати, що ці досить вигідні для використання ресурси просто спляють або стають тягарем для суспільства у вигляді гниючих залишків [4].

Солому визнають важливим видом первинних відходів, які придатні для використання в енергетичних цілях. Солома є побічною продукцією, яка отримується при вирощуванні зернових, і є досить дешевим енергетичним ресурсом в порівнянні з газом, нафтою та вугіллям, володіє досить високою теплотворною здатністю та нейтральним CO_2 .

Відповідно до Європейської методики [13], оцінку потенціалу біомаси доцільно проводити за трьома напрямками: оцінка загального (теоретичного) потенціалу, технічно-досяжного та економічно доцільного. Теоретичний потенціал є узагальненням максимальної кількості наземної біомаси, яка може бути теоретично доступною для виробництва біоенергії. Технічний потенціал – частка теоретичного потенціалу, доступного за певних технічно-структурних умов та поточних технологічних можливостей. Економічний потенціал – це частка технічного потенціалу, що відповідає критеріям економічної прибутковості за даних умов та враховує потреби споживачів [10]. Так, для оцінки потенціалу біомаси соломи нами запропоновано схему (рис.1).

Теоретичний потенціал соломи – це максимальний обсяг біомаси, який може бути утворений. Визначається за допомогою статистичної інформації як добуток зібраної площі зер-

нових на урожайність даної культури. Величина теоретично можливого потенціалу пропорційно відповідає валовому збору зернових і залежить від врожаю сільськогосподарських культур та їх посівної площі.

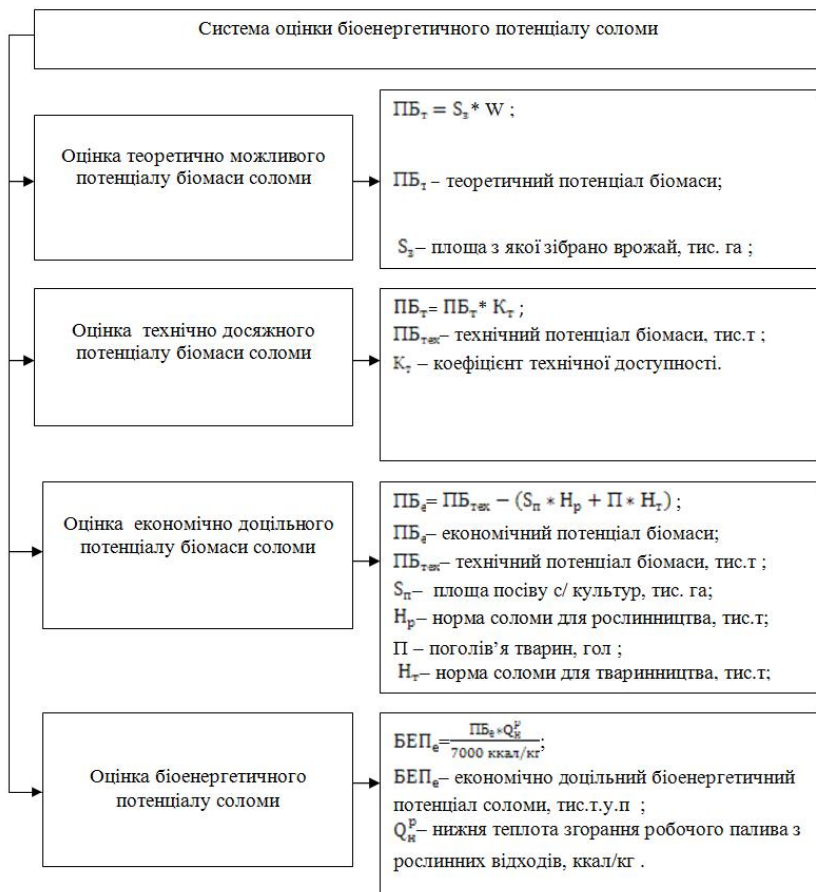


Рис.1 Структурно-логічна схема оцінки біоенергетичного потенціалу соломи

Джерело: власні дослідження

Для визначення технічно-досяжного потенціалу біомаси соломи використовують коефіцієнт технічної доступності. Якщо обсяги зібраного зерна відомі зі статистичних даних Міністерства аграрної політики та продовольства України, то співвідношення зерна до соломи змінюється у значних межах і залежить від виду зернових, їх сорту, умов зростання та заготівлі. Коефіцієнт відходів є безмірною величиною та визначає вихід соломи зі стебел рослин залежно від кількості зерна [3]. При виконанні різних технічних процесів, зокрема таких як збирання та перевезення урожаю зернових, певна частина соломи втрачається. Відповідно до коефіцієнта визначається об'єм біомаси, який може бути фактично зібраний за певних технологій із урахуванням втрат, що виникають при зборі урожаю. Згідно з літературними джерелами [1; 6; 8], для злакових зернових культур у середньому співвідношення маси зерна до незернової частини врожаю становить **20%** або **1:1,25**, що і являє собою коефіцієнт технічної доступності (*K_ч*). Таким чином, нами розраховано теоретичний та технічно-досяжний потенціал біомаси соломи Житомирської області (табл. 1)

Таблиця 1

Теоретичний та технічно-досяжний потенціал біомаси соломи в Житомирській області, тис. т.

Показники	Рік			Відхилення 2012 р. у % до 2010 р.
	2010	2011	2012	
Площа зібраного врожаю, тис. га	369,4	383,7	390,1	105,6
Урожайність зернових з 1 га, ц	29,4	39,3	43,5	147,9
Теоретичний потенціал, тис. т	1086,9	1507,2	1697,9	156,2
Коефіцієнт технічної доступності	1,25	1,25	1,25	-
Технічно-досяжний потенціал, тис. т	869,5	1205,7	1358,3	156,2

Джерело: розраховано на основі [12].

Протягом досліджуваного періоду в Житомирській області спостерігалася тенденція щодо збільшення площ зібраного врожаю зернових, так у **2012** році цей показник збільшився на **5%** порівняно з **2009** роком. Разом з цим позитивної динаміки набуло підвищення урожайності зернових за досліджуваний період до **47,9%**. Така тенденція мала позитивний вплив на збільшення як теоретичного потенціалу, так і технічно-досяжного, у **2012** р. порівняно з **2009** р. збільшення відбулося на **56%**.

З економічної точки зору, досить важливим є етап визначення економічної доцільності використання потенціалу соломи. Очевидно, що в сільському господарстві солома таких зернових, як пшениця, ячмінь, жито, овес використовується як в галузі рослинництва, так і тваринництва, у вигляді органічного добрива, підстилки та корму для тварин. Однак решта залишається незадіяною і часто утилізується (спалюється в полі, вивозиться на звалище) без принесення користі. Значну частину біомаси, що не використовується, видається доцільним залучити до виробництва енергії.

При цьому важливим є питання, яку саме частку відходів та залишків сільського господарства можна використовувати на енергетичні потреби.

Незважаючи на те, що деякі дослідники стверджують про великі обсяги соломи, які необхідні для годівлі тварин, у сучасному тваринництві для цього використовується небагато соломи. Використання соломи для підстилки тваринам останніми роками також зменшилося із виникненням систем гідрозмиву. Дослідниками визначено, що планова потреба в соломі для тварин на корм та підстилку складає близько **7 ц/рік гол.** [2].

Що ж до рослинництва, то для визначення оптимальної кількості соломи, необхідної для удобрення ґрунтів, було проведено багато закордонних та вітчизняних досліджень. Вони показали, що немає необхідності у використанні великих обсягів соломи для підтримки родючості ґрунтів. Так, визначено, що у рослинництві забезпечити досить високу родючість ґрунту можливо при внесенні **2 т/га** соломи [11]. Зважаючи на

неоднорідний розвиток рослинництва та тваринництва, потреби в соломі для даних галузей в різних регіонах України будуть неоднакові. Так, нами визначено економічний потенціал біомаси соломи, який доцільно використовувати в Житомирській області для енергетичних потреб, без здійснення негативного впливу на галузь рослинництва та тваринництва (табл.2).

Таблиця 2

Економічно доцільний потенціал біомаси соломи у Житомирській області, тис. т

Показники	Рік		
	2010	2011	2012
Технічно-досяжний потенціал, тис. т	869,52	1205,7	1358,3
Поголів'я тварин, гол.	224640	214710	223423
Потреба соломи для тваринництва, тис. т	157,2	150,3	156,4
Посівна площа зернових, тис. га	381,2	394,1	400,6
Потреба в соломі для рослинництва, тис. т	762,4	788,2	801,2
Економічно доцільний потенціал, тис. т	-50,08	267,3	400,7

Джерело: розраховано на основі [12].

Останнім етапом оцінки потенціалу біомаси соломи є визначення біоенергетичного потенціалу. З метою порівняльної характеристики різних типів енергетичних ресурсів введено поняття умовного палива, теплота згоряння якого становить **29,3 МДж/кг** або показника **7000 ккал/кг**. Тому для визначення біоенергетичного потенціалу соломи доцільним є перерахунок фізичних тонн біомаси в тонни умовного палива [9; 4]. Відповідно до [7], нижча робоча теплота згоряння соломи зернових сільськогосподарських культур приймається однаковою і рівною **15 МДж/кг** або **3570 ккал/кг**. Результати оцінки загального вмісту енергії в біомасі соломи наведено в табл. 3.

Таблиця 3

**Динаміка енергетичного потенціалу біомаси соломи
у Житомирській області, тис. т у.п.**

Показники	Рік		
	2010	2011	2012
Теоретичний потенціал потенціал, тис. т у.п.	554,3	768,7	865,9
Технічно-досяжний потенціал, тис. т у.п.	443,5	614,9	692,7
Економічно доцільний потенціал, тис. т у.п.	-25,5	136,4	204,4

Джерело: власні дослідження.

Аналіз останніх **2011-2012** років показав, що Житомирська область мала достатній енергетичний економічно доцільний потенціал соломи, який становив **136,4** та **204,4** тис. т у.п. У Житомирській області в зазначені роки споживання традиційного палива становило **757,5** та **752,2** тис. т у.п. Отже, в області лише за рахунок використання економічно доцільного потенціалу соломи можливо було зекономити у **2011** році **18%**, а у **2012** році – **27,2%** традиційних паливо-енергетичних ресурсів. Однак методичне дослідження показало, що у **2010** році прослідковувалася негативна тенденція, яка мала відображення на економічній доцільності використання біомаси соломи як енергетичного ресурсу. Як свідчать дані табл. 1, у **2010** році показники теоретичного та технічно-досяжного потенціалу біомаси соломи у Житомирській області були позитивними. Варто зауважити, що такі фактори, як зміна поголів'я тварин, зміна площі зібраного урожаю, так і урожайність зернових культур не мали суттєвого впливу на зазначені показники. Можливості та обмеження використання економічного потенціалу біомаси соломи зумовлені особливостями сільськогосподарства певної території. Отже, подальші дослідження доцільно спрямувати на визначення основних чинників впливу на кількість економічно доступної біомаси соломи у Житомирській області на макрорівні, в розрізі районів.

Висновки. На сучасному етапі розвитку України з метою зниження енергетичної залежності від традиційних, імпортованих енергоносіїв необхідно суттєво розширювати можли-

вості використання відновлювальних джерел енергії. Солома сільськогосподарських культур може використовуватися для енергетичних цілей, однак велика кількість соломи є незадіяною в сільському господарстві і спалюється на полях як відходи. Систематизація наведеної методики дає можливість поетапно оцінити економічну доцільність використання соломи в якості палива. На основі отриманих даних відповідно до цієї методики є можливість аналізу біоенергетичного потенціалу соломи не лише окремих областей, а й країни в цілому.

Список використаних джерел:

1. Дубровін В. О. Методика узагальненої оцінки технічно-досяжного енергетичного потенціалу біомаси / В. О. Дубровін, Г. Г. Гелетуша, С. Г. Кудря – К. : Віол-принт, 2013. – 25 с.
2. Бусенко О. Т. Технологія виробництва продукції тваринництва : підручник / О. Т. Бусенко, В. Д. Столюк, М. В. Штомпель ; За ред. О. Т. Бусенко. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 432 с.
3. Забарний Г. М. Енергетичний потенціал нетрадиційних джерел енергії України / Г. М. Забарний, А. В. Шурчков ; НАН України. Ін-т техн. теплофізики. – К., 2002. – 210 с.
4. Здановський В. Г. Оцінка можливості використання біомаси для забезпечення енергетичної самодостатності регіонів [Електронний ресурс] / В. Г. Здановський, О. В. Шомін, Н. М. Денисова. – Режим доступу: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/vcndtu/2011_51/22.htm
5. Калетнік Г. М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України : навч. посіб. / Г. М. Калетнік, В. М. Пришляк. – Вінниця : Енозіс, 2008. – 192 с.
6. Попов П. Д. Расчет баланса соломы в хозяйстве : метод. рекомендации / П. Д. Попов, М. Н. Новиков ; ВНИПТИОУ. – Владимир, 1987. – 10 с.
7. Дослідження та аналіз потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та створення на їх основі Атласу енергетичного потенціалу НВДЕ в Україні : звіт про виконання НДДКР / Керівник Гелетуша Г. Г. ; ІТТФ НАН України, 2008. – 98 с.
8. Биомасса как источник энергии : пер. с англ. / Под ред. С. Соуфера, О. Заборски. – М. : Мир, 1985. – 368 с.
9. Біологічні ресурси і технології виробництва біопалива : монографія / Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуша, І. П. Григорюк [та ін.]. – К. : Аграр Медіа Груп, 2010. – 408 с.
10. Використання місцевих видів палива для виробництва енергії в Україні / Г. Г. Гелетуша, Т. А. Железна, Б. Ю. Матвеев, М. М. Жовнір // Пром. теплотехніка. – 2006. – Т. 28, № 2. – С. 85-93.
11. Основи землеробства : підручник / [О. Ф. Смаглій, М. Ф. Рибак, Є. М. Данкевич та ін.]; за ред. О. Ф. Смаглія. – Житомир : ВДНЗ «Держ. агрокол. ун-т», 2008. – 514 с.
12. Статистичний щорічник Житомирської області за 2012 рік / Держкомстат України ; за ред. Г. А. Пашинської. – Житомир : Гол. упр. статистики у Житомирській області, 2013. – 455 с.
13. Harmonization of biomass resource assessments. Volume I : Best practices and methods handbook. Report on WP5 of the EC FP7 Project "Biomass Energy Europe", 2010. BTG Biomass Technology Group B.V., the Netherlands. Internet: <http://www.eu-bee.com>

Л.В. Харчук. Методические подходы к оценке биоэнергетического потенциала соломы.

В статье исследуется вопрос оценки биоэнергетического потенциала соломы. По результатам проведенного исследования предложен системный подход к определению показателя биоэнергетического потенциала отходов сельскохозяйственных культур, который является экономически целесообразным для использования в энергетических целях. Проведен отбор коэффициентов, необходимых для данной оценки. На основании статистических данных проанализированы теоретический, технически достижимый и экономически целесообразный потенциал биомассы соломы, которая может быть использована для получения энергии. Определен биоэнергетический потенциал соломы в Житомирской области.

L. Kharchuk. Methodological approaches of assessing bioenergy potential straw

This paper investigates the assessment of bioenergy potential straw. The results of the study are suggested as a systematic approach to the determination of the potential bioenergy crop waste, which is economically feasible to use. The proper coefficients had been required for this assessment. Based on the statistical data the theoretical, technically feasible and economically viable potential of biomass straw was analyzed. The bioenergy potential of straw in Zhytomyr region was defined.