nitrogen microorganisms). It is possible to use fresh sawdusts of leafy breeds of trees (increasing the norm of nitric fertilizers on 40-50%). Sawdusts of coniferous breeds of trees necessarily must be punched before bringing.

Collections of berries conduct from the beginning of July to September month (depending on a sort). Berries acquire the saturated blue coloring 34 days prior to a complete ripeness. Collection is conducted one time on 7-10 days.

Having regard to experience of growing of this culture it is possible to assert in other countries, that in Ukraine there is a wide enough choice of the registered facilities of defence of plants that can be used on this culture in case of necessity.

***Keywords**: technology, berries, blueberry, growing, productivity, irrigation, hybrids.*

УДК 62-664.263

ЗНИЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ЗА РАХУНОК ЗАМІЩЕННЯ ВУГІЛЛЯ СОЛОМ'ЯНОЮ БІОМАСОЮ

Семірненко С. Л., к.т.н., Семірненко Ю. І., к.т.н.

Сумський національний аграрний університет

Проведені розрахунки енергетичного потенціалу соломи, технічно доступного об'єму соломи озимої пшениці, встановлений еквівалент умовного палива, який можна замінити даною біомасою. Установлена різниця між викидами від спалювання вугілля і солом'яної біомаси, що доводить необхідність такої заміни для зниження техногенного навантаження на довкілля.

Постановка проблеми. Одним із ряду способів зменшення енергозалежності України від імпортерів енергетичних ресурсів є заміна невідновлювальних видів палива солом'яною біомасою, що повинно вирішити й задачу зниження техногенного навантаження на довкілля.

Реалізація політики поліпшення екології в паливно-енергетичному комплексі повинна проходити паралельно з реалізацією політики енергозбереження та підвищення енергоефективності, що містить у собі оптимізацію структури споживання джерел енергії на користь використання джерел енергії з низьким рівнем викидів вуглецю, а також поступовий перехід на використання відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Порушена проблема досліджується як у світовій, так і у вітчизняній науковій літературі. Теоретичні засади та практичні механізми екологічно безпечної та економічно ефективної утилізації біомаси рослинного походження знайшли відображення в працях вітчизняних дослідників, серед яких: А. Долінський, М. Жовмір, Г. Гелетуха, Т. Желєзна, Е. Олейник, В. Мироненко, В. Дубровін, В. Здановський, В. Білодід, А. Кузнецова, В. Месель-Веселяк та ін. [1, 5]

Україна активно співпрацює із закордонними організаціями, що працюють

в галузі отримання енергії з біомаси: BTG Biomass Technology Group BV (Нідерланди); E.V.A., Austrian Energy Agency (Австрійське енергетичне агентство); KARA Energy Systems (Нідерланди); SCS Engineers (США); Danish Agricultural Advisory Centre (Датський сільськогосподарський консультаційний центр); TNO - MEP (Нідерланди); University of Southern Denmark (Університет Південної Данії) та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на накопичені наукові здобутки та значний практичний досвід у сфері технології утилізації біомаси, перспективним напрямком досліджень для України є використання соломи в якості місцевого палива, що розглядається як вирішення екологічних, енергетичних та економічних проблем. Подальшої активізації потребують дослідження по вирішенню актуального завдання – **зниження техногенного навантаження на довкілля** за рахунок заміщення вугілля солом'яною біомасою.

Формулювання мети статті. Солом'яна біомаса є незерновою частиною врожаю, листям і стеблами, які залишилися після обмолоту урожаю зернових культур. Особливістю соломи є доступність, значні запаси і простота використання, що вказує на можливість заміни даною біомасою традиційних палив, тим самим зменшуючи екологічне навантаження на довкілля. Тому, метою досліджень є встановлення доступного потенціалу соломи для заміщення вугілля, та визначення можливого зниження викидів CO_2 від такого заміщення.

Результати дослідження. Надлишок соломи 20-40 % можна використовувати як паливо для одержання теплової енергії.

Серед найважливіших зернових культур озима пшениця за посівними площами і валовим збором займає в Україні одне з перших місць і є головною продовольчою культурою.

В основу розрахунку енергетичного потенціалу соломи зернових культур в Україні покладено оцінку теоретично можливого і технічно доступного енергетичного потенціалу солом'яної біомаси тієї чи іншої сільськогосподарської культури по валовому збору даної культури $B_{зі}$, тис. т: виробництво зернових, всього $B_{з.}$, тис. т; виробництво озимої пшениці $B_{оз.\ пш.}$, тис. т.

Теоретичний потенціал являє собою максимальну продуктивність при теоретично оптимальному менеджменті з урахуванням обмежень, що випливають з температури, сонячної радіації та опадів. Технічний потенціал соломи являє собою частку теоретичного потенціалу, доступну за певних технічно-структурних умов та поточних технологічних можливостей. Економічний потенціал – частка технічного потенціалу, що задовольняє критеріям економічної доцільності за даних умов [1].

Всі втрати соломи при збиранні, що залишаються в полі й попадають в ґрунт можна оцінити в межах 10-15 % від біологічного врожаю зернових колосових, коефіцієнт технічної доступності ресурсів 0,85–0,9.

Технічно доступний потенціал соломи визначається за формулою:

$$T_{тд} = B_{зі} \cdot k_{пі} \cdot k_{тд}, \quad (1)$$

де: $B_{зі}$ – виробництво зерна *і*-ї зернової культури в регіоні (на Україні), тис. т; $k_{пі}$ – коефіцієнт відношення мас, приймаємо 1, застосовуючи методологію 1:1 для соломи; $k_{тд}$ – коефіцієнт технічної доступності соломи зернових, приймаємо 0,8.

Оцінити економічний енергопотенціал соломи $E_{сі}$, тис. т *і*-ї зернової культури пропонуємо за формулою:

$$E_{с.з.} = T_{тд\ с.з.} \cdot k_e, \quad (2)$$

де: k_e – коефіцієнт енергетичного використання *і*-ї зернової культури.

Враховуючи, що 20 % соломи зернових доступні для енергетичного використання, приймаємо коефіцієнт енергетичного використання $k_{e\ с.з.}$ - 0,2.

З метою енерговикористання лише соломи озимої пшениці (з технологічних міркувань) замість 20 % соломи всіх зернових, знаходимо економічно доцільний коефіцієнт енерговикористання соломи озимої пшениці $k_{e\ с.оз.пш.}$ як відношення економічного енергопотенціалу соломи зернових $E_{с.з.}$ до технічно доступного потенціалу соломи озимої пшениці $T_{тд\ с.оз.\ пш.}$:

$$k_{e\ с.оз.пш.} = \frac{\mathrm{E_{с.з.}}}{\mathrm{T_{тд\ с.оз.пш.}}}. \quad (3)$$

В якості єдиного, узагальнюючого вимірювача енергоресурсів для зіставлення ефективності різних видів палива та сумарного обліку, використовується умовно-натуральний показник – тонна умовного палива (т у.п.) з нижчою теплотою згоряння 1 кг палива – 29,3 МДж/кг (7000 кКал/кг).

В загальному вигляді співвідношення між умовним і натуральним паливом визначається як:

$$\mathrm{B_у} = \frac{Q_{\mathrm{н}}^{\mathrm{р}}}{7000} N = \mathrm{К} \cdot N, \quad (4)$$

де: $\mathrm{B_у}$ – маса еквівалентної кількості умовного палива, тис. т; N – маса натурального палива, кг (тверде та рідке паливо) або м^3 (газоподібне); $Q_{\mathrm{н}}^{\mathrm{р}}$ – нижча теплота згоряння даного натурального палива , кКал/кг або кКал/м^3; К – калорійний еквівалент, коефіцієнт, що визначає рівноцінну кількість натурального палива для перерахунку за теплотворною здатністю в умовне:

$$\mathrm{К} = \frac{Q_{\mathrm{н}}^{\mathrm{р}}}{7000}. \quad (5)$$

Середні калорійні еквіваленти для переводу натурального палива в умовне (рекомендовані при заповненні форм звітності про стан реалізації галузевих та регіональних програм підвищення енергоефективності) [2]: $\mathrm{К_г}$=1,14 – калорійний еквівалент для природного газу на 1 тис. м^3; $\mathrm{К_в}$=0,627 – калорійний еквівалент для вугілля кам'яного на 1 т.

Для соломи калорійний еквівалент приймаємо із розрахунку, що середнє значення нижчої теплотворної здатності $h_{пі}$ побічної продукції рослинництва 14 МДж/кг ($\mathrm{Q_н^р} = 3344$ кКал/кг) [3], тоді згідно формули (5) $\mathrm{К_с}$=0,4777 – калорійний еквівалент для соломи на 1 т.

Після проведення розрахунків енергетичного потенціалу соломи від загальної кількості зернових в Україні за допомогою табличного процесора Microsoft Excel, отримуємо доступний енергетичний потенціал соломи $В_у$, тис. т умовного палива. Для перерахунку умовно палива в натуральне N ($N_г$, тис. м^3 газу або $N_в$, тис. т кам'яного вугілля) використовуємо калорійні еквіваленти. Тоді:

$$N=\frac{В_у}{К}. \quad (6)$$

Вибіркові систематизовані дані енергопотенціалу соломи зернових за 2016 рік наведені в табл. 1.

Враховуючи, що озима пшениця в структурі зернових культур України займає близько 40 % і є технічно доступною для використання в енергетиці, пропонуємо використовувати в енергетичних цілях не 20 % від соломи всіх зернових культур, а 39,4 % (див. табл. 1) технічно доступної соломи озимої пшениці, що дасть рівний еквівалент умовному паливу 5,16 млн т у.п. (4,5 млн м^3 газу, або 8,1 млн т вугілля) за 2016 рік.

Таблиця 1 – Енергопотенціал соломи зернових ($k_{е\ с.з.}$=0,2) і соломи озимої пшениці ($k_{е\ с.оз.пш.}$ розрахунковий) в Україні за 2016 рік

Показники	2016 рік
Виробництво зернових $B_{з.}$, млн т	66,0
Виробництво оз. пшениці $B_{оз.пш.}$, млн т	26,0
% озимої пшениці до зернових	39,4
Коефіцієнт відношення мас $k_{пі}$	1
Коефіцієнт технічної доступності $k_{тд}$	0,8
Технічно доступний потенціал соломи зернових $T_{тд\ с.з.}= B_з \cdot k_{пі} \cdot k_{тд}$, млн т	52,8
Технічно доступний потенціал соломи оз. пшениці $T_{тд\ с.оз.пш} = B_{оз.пш} \cdot k_{пі} \cdot k_{тд}$, млн т	20,8
Коефіцієнт енерговикористання соломи зернових $k_{е\ с.з.}$	0,2
Економічний енергопотенціал соломи зернових $E_{с.з.}= T_{тд\ с.з.} \cdot k_{е\ с.з.}$, млн т	10,6
Коефіцієнт енерговикористання соломи озимої пшениці $k_{е\ с.оз.пш.} = \frac{Е_{с.з.}}{Т_{тд\ с.оз.пш.}}$	0,51
$К_с$ – калорійний еквівалент для соломи	0,4777
Еквівалент умовному паливу, млн т у.п. $В_у = К_с \cdot Е_{с.з}$	5,16
$К_г$ – калорійний еквівалент для газу	1,14
Еквівалент газу, млн м^3 $N_г = \frac{В_у}{К_г}$	4,5
$К_в$ – калорійний еквівалент для вугілля	0,627
Еквівалент вугілля, млн т $N_в = \frac{В_у}{К_в}$	8,1

За статистичними даними споживання палива в усіх опалювальних котельнях, розташованих в сільській місцевості, становить близько 2,9 млн т умовного палива на рік. Наведені дані підтверджують, що надлишок соломи озимої пшениці достатній для забезпечення нею як паливом всіх опалювальних котельних у сільській місцевості.

Для практичних цілей подальшого аналізу зниження техногенного навантаження на довкілля пропонується обґрунтовувати екологічну оцінку на такому ключовому показнику як баланс парникових газів. Заміщення вугілля еквівалентною кількістю солом'яної біомаси дасть значне скорочення викидів парникових газів, оскільки спалювання вугілля є одним із суттєвих їх джерел.

Для прийнятих коефіцієнтів утворення CO_2 при спалюванні вугілля та біомаси природний газ, кам'яне вугілля, нафта, мазут і вироблена на їх основі електроенергія є причиною викидів CO_2 в атмосферу. Заміщаючи традиційні джерела енергії на поновлювані і CO_2-нейтральні, наприклад біомасу, можна не тільки скоротити викиди, а й отримати прибуток від продажу квот.

В основу методики розрахунку викидів CO_2 по потенціалу солом'яної біомаси покладена різниця між викидами CO_2 від спалювання вугілля і спалювання солом'яної біомаси, які залежать від багатьох факторів, в т.ч. і від виду вугілля та біомаси. Значення коефіцієнтів утворення CO_2 для вугілля і біомаси можуть суттєво відрізнятися. Тому для подальших розрахунків було прийнято усереднене співвідношення: при спалюванні 1000 кг вугілля утворюється 2000 кг CO_2 (коефіцієнт утворення $К_{вуг\ CO2}$ =2), а при спалюванні 1000 кг біомаси – 40 кг CO_2 (коефіцієнт утворення $К_{б\ CO2}$=0,04) [4].

Калькулятор скорочення викидів CO_2 при заміщенні викопних палив біомасою, розроблений провідною українською компанією науково-технічним центром «Біомаса» (НТЦБ), що працює в області енергетичного використання біомаси, розробки проектів спільного впровадження в рамках Кіотського протоколу, енергоефективності, енергетичних аудитів, проектування енергетичних об'єктів [5] приводить співвідношення: при заміщенні 1000 т вугілля біомасою скорочення викидів складає 2820 т CO_2 (коефіцієнт заміщення $К_{з\ CO2}$ – 2,82).

Усереднені орієнтовні дані по викидах діоксиду сірки, оксидів азоту, оксиду вуглецю були взяті за основу для подальших розрахунків викидів.

Отримані розрахунки значень можливих викидів на Україні, що представлені графічно на рис. 1.

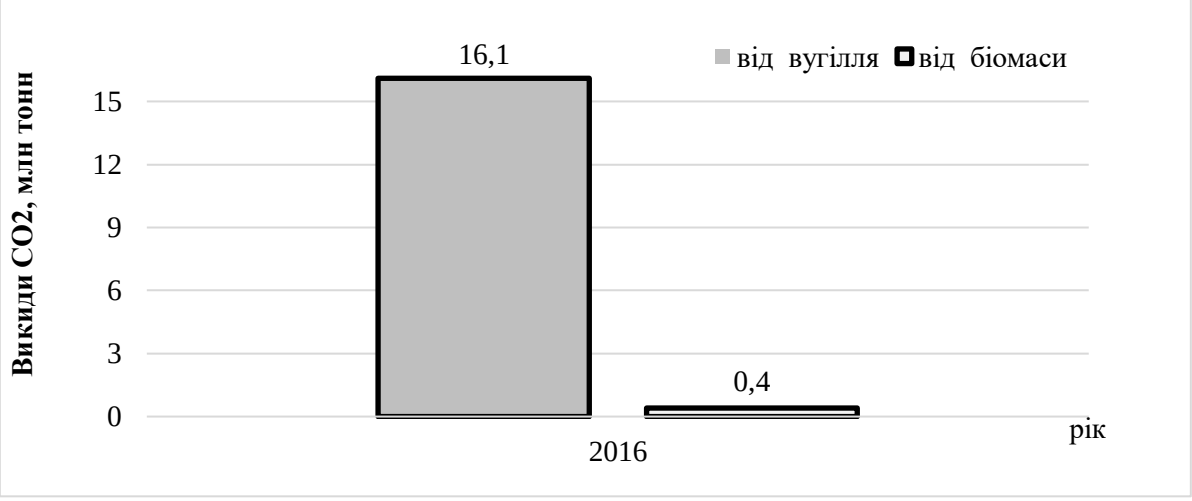

Рис. 1 – Викиди CO_2 від спалювання еквівалентної кількості вугілля і солом'яної біомаси, тис. т

Як видно з рис. 1, різниця між викидами від спалювання вугілля і біомаси в еквівалентній кількості суттєва і згідно розрахунків складає 97,5 %, що доводить необхідність такої заміни з точки зору можливості зниження техногенного навантаження на довкілля.

Якщо розглядати солому як CO_2-нейтральне паливо, то враховуючи додаткові викиди CO_2 при зборі, транспортуванні і підготовці соломи до спалювання, зниження емісії CO_2 при заміні вугілля на солому складає близько 90 %. Емісію діоксиду вуглецю, що має місце при виробництві соломи в даній оцінці можна не враховувати, оскільки солома вважається побічним продуктом (або відходом) традиційного сільськогосподарського виробництва.

Технологія виробництва енергії з біомаси може вважатися екологічно доцільною, якщо її впровадження призводить до зменшення викидів парникових газів у порівнянні із застосуванням традиційного палива.

Можливе скорочення викидів CO_2 від заміни частини фактично спаленого вугілля ($К_{вуг\ CO2}$ = 2) солом'яною біомасою ($К_{б\ CO2}$= 0,04), приведено в табл. 2.

Зростання вугілля в структурі енергоматеріалів України буде приводити до зростання викидів CO_2 стаціонарними джерелами енергії. При порівнянні викидів CO_2 від стаціонарних джерел забруднення по Україні за 2016 рік з можливими викидами при заміщенні частини фактично спаленого вугілля солом'яною біомасою, скорочення може становити 10,4 %.

Таблиця 2 – Можливе скорочення викидів CO_2 за рахунок заміни частини фактично спаленого вугілля солом'яною біомасою в Україні (за 2016 р.) [6]

Показники	Рік
	2016
Вугілля в структурі енергоматеріалів, %	31,8
Викиди CO_2 стаціонарними джерелами, млн т	150,6
Скорочення викидів CO_2 від заміни вугілля біомасою, млн т	15,7
Скорочення викидів CO_2 від заміни вугілля біомасою, %	10,4

Згідно калькулятора скорочення викидів CO_2 при заміщенні вугілля біомасою ($К_{з\ CO2}$ =2,82) можливе скорочення викидів наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Можливе скорочення викидів CO2 при заміщенні вугілля солом'яною біомасою в Україні (за 2016 р.) [6]

Показники	Рік
	2016
Викиди CO_2 стаціонарними джерелами, млн т	184
Скорочення викидів CO_2 від заміни вугілля, млн т	10,070
Скорочення викидів від заміни вугілля біомасою, %	5,5

По даній методиці скорочення викидів від заміщення вугілля біомасою в процентному відношенні вище ніж по попередній методиці і може складати в середньому 8,7 % від викидів CO_2 стаціонарними джерелами.

Висновки. Використання біомаси є одним з радикальних шляхів вирішення проблеми зниження викидів парникових газів CO_2 в паливних установках, а також зниження викидів інших шкідливих інгредієнтів.

Список використаних джерел

1. Енергетичний потенціал біомаси в Україні/Г.Г. Гелетуха, Т.А. Желєзна, М. М. Жовмір, Ю.Б. Матвєєв // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – № 153. – С. 36–41.
2. Куц Г.О. Калорійні еквіваленти перерахунку палива з натуральних одиниць на умовні / Г.О. Куц, Е.І. Галіновський, В.І. Мельник // Проблеми загальної енергетики. – 2004. – №11. – С. 60–64.
3. Справочник потребителя биотоплива / [В. Варес, Ю. Каськ, П. Муйсте. и др.]; под ред. Виллу Вареса. – Таллин: Таллинский технический ун-т, 2005. 183 с.
4. Голованьова Г.М. Перспективи реалізації інноваційних проектів з використанням поновлювальних джерел енергії / Г.М. Голованьова // Управління інноваційним процесом в Україні: проблеми комерціалізації науково-технічних розробок: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної відеоконференції, Львів, 23–24 травня 2012 р. / Національний університет "Львівська політехніка" та ін. – Львів : Видавництво "Львівська політехніка", 2012. – С. 15-16.
5. Научно-технический центр «Биомасса» (НТЦБ) [Електронний ресурс]: Web-сайт. – Електрон. дані та прогр. К.: НТЦБ, 2013. – Режим доступу: http://biomass.kiev.ua. – Назва з екрану.
6. Статистичний щорічник України за 2016 рік [Електронний ресурс] / Держ. служба статистики України / відп. за вип. О.А. Вишневська. – Електрон. дані. – К., 2017. – 611 с. – Режим доступу до журн.: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ1_u.htm – Назва з екрану.

Аннотация

СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЗА СЧЕТ ЗАМЕЩЕНИЯ УГЛЯ СОЛОМЕННОЙ БИОМАССОЙ

Семирненко С. Л., Семирненко Ю. И.

Проведены расчеты энергетического потенциала соломы, технически доступного объема соломы озимой пшеницы, установлен эквивалент условного топлива, который можно заменить данной биомассой.

Установлена разница между выбросами от сжигания угля и соломенной биомассы, что доказывает необходимость такой замены для снижения техногенной нагрузки на окружающую среду.

Abstract

REDUCTION OF TECHNOGENIC LOADING ON THE ENVIRONMENT AT THE EXPENSE OF REPLACEMENT OF COAL WITH STRAW BIOMASS

S. Semirnenko, Y. Semirnenko

Calculations of the energy potential of straw, technically available volume of straw of winter wheat, the equivalent of conditional fuel, which can be replaced by this biomass, is established.

The difference between emissions from the combustion of coal and straw biomass is established, which proves the need for such a substitution to reduce the technogenic load on the environment.

УКД: 631:171

ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Чалая О. С., к. с.-г. н., Фатєєва Н. Ю., студ.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Розвиток науково-технічного прогресу виявився настільки бурхливим, що призвів до загострення екологічних проблем та збільшення ризику виникнення екологічних катастроф. При цьому найбільшою небезпекою є забруднення природних середовищ різними хемотоксикантами. Одним з найсильніших за дією і найбільш поширеним хімічним забрудненням є забруднення іонами важких металів. На аналізі літературних джерел досліджено шляхи потрапляння, механізм дії та характер впливу важких металів на природу та на організм людини. Встановлена необхідність ефективних методів виявлення іонів цих металів у різних об`єктах навколишнього середовища.

Ключові слова: *важкі метали, шкідливі речовини, організм, кадмій, ртуть, свинець, навколишнє середовище, захворювання, гранично допустимі норми.*

Актуальність теми. Екологічні проблеми в житті людства на сучасному етапі набувають глобального характеру. Збільшення антропогенного тиску на біосферу, а також відсутність ефективних заходів екологічної безпеки призводять до катастрофічного забруднення навколишнього середовища. Стихійні лиха, техногенні аварії, викиди промислових підприємств є джерелом надходження у довкілля радіонуклідів, важких металів та інших полютантів. Ці забруднювачі швидко мігрують в компонентах біосфери (повітря, вода, ґрунт – рослини – тварини – людина), накопичуються в них у великих концентраціях, а відтак по харчових ланцюгах потрапляють на стіл людини, призводячи до появи різних небезпечних хвороб [1].