

Ю. І. Семірненко, к.т.н, доцент

С. М. Бондаренко, магістр

Сумський національний аграрний університет

Використання рослинної біомаси сільськогосподарського виробництва у якості біопалива є однією із нагальних проблем для нашої країни. Разом з цим виникає проблема утилізації золи, що утворюється при спалюванні даної біомаси.

Метою статті є проведення досліджень по доцільності використання соняшникового лушпиння в якості місцевого альтернативного палива та ефективності утилізації золи.

В результаті проведених досліджень встановлено доцільність використання лушпиння соняшника в якості палива. Це в значній мірі вирішить як екологічні проблеми сільськогосподарських виробників, так і економічні та енергетичні за рахунок утилізації відходів виробництва з метою виробітку теплової енергії, так і утилізації золи, яка утворюється при спалюванні даної біомаси шляхом внесення її на поля у якості добрива.

Ключові слова: біомаса, біопаливо, лушпиння соняшника, екологічна безпека, утилізація, брикети, зола, добрива.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Зростання цін на газ і вичерпність даного природного ресурсу забезпечили новий виток розвитку науково-дослідних робіт з комплексного використання поновлювальної рослинної сировини у вирішенні проблем виробництва теплової енергії.

Біоенергетика України – одна з наймолодших, перспективних галузей економіки, яка швидко розвивається. До поняття «біоенергетика» відноситься все, що пов'язано з отриманням в промислових масштабах енергії з різної відновлювальної сировини біологічного походження, у тому числі і вторинні відходи сільського господарства такі, як лушпиння соняшника, яке утворюється при виділенні ядра. Використання даної сировини в енергетичних цілях приведе до зростання об'ємів золи та проблем її утилізації. Тобто, екологічно чисте паливо буде зменшувати шкідливі викиди, в той же час буде відбуватися нагромадження золи від спалювання даного палива, що може становити екологічну небезпеку.

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 ефективною утилізації біомаси лушпиння соняшника подальшою утилізацією утвореної золи знайшли відображення в працях вітчизняних та зарубіжних дослідників, серед яких: Г.Гелетуха, В. Дубровін, В. Мироненко та ін. [1, 2, 3].

Україна активно співпрацює із зарубіжними організаціями, які працюють в галузі отримання енергії з біомаси та характеристик золи, що утворюється після спалювання 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 консультативний центр); TNO - MER (Нідерланди) та ін.

Незважаючи на накопичені наукові здобут-

ки та значний практичний досвід у даній сфері, перспективним напрямком досліджень для України є використання соняшникового лушпиння в якості місцевого палива, що розглядається як вирішення екологічних, енергетичних та економічних проблем. Подальшої активізації потребують дослідження по вирішенню питань відносно утилізації золи, що утворюється при спалюванні даної біомаси.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Кількість лушпиння при промисловій переробці соняшникового насіння становить значну частину – 17-20% до маси насіння. При валовому зборі соняшника на зерно в 2014 році 10,1 млн т, утилізація лушпиння на звалищах в таких обсягах витратна і складна. Але слід відмітити, що в теперішній час існує кілька варіантів вигідної утилізації соняшникового лушпиння:

- як сировини для виготовлення кормових дріжджів та етилового спирту;
- як добавки до грубих кормів в тваринництві;
- як органічного добрива;
- при вирощуванні грибів;
- при виготовленні деяких будівельних матеріалів;
- в енергетичних цілях.

Одним із способів застосування лушпиння соняшника в енергетичних цілях є модифікація даного виду палива шляхом брикетування. З урахуванням дуже низької насипної щільності (170кг/м³) брикетування є надзвичайно актуальним і економічно вигідним. При подальшому спалюванні даних брикетів утворюється значна кількість золи.

Авторами проводиться аналіз доцільності використання в якості палива лушпиння соняшника, дослідження зольності лушпиння соняшника, складу золи даної біомаси; обґрунтовується можливість використання даної золи в якості добрива для сільськогосподарських культур. За рахунок цього вирішуються важливі екологічні

питання – забруднення золю навколишнього середовища, економічні питання, пов'язані із витратами на утилізацію золи та питання, пов'язані із підвищенням родючості ґрунтів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Соняшник являється однією із основних

сільськогосподарських культур в Україні.

В 2013 році був зібраний рекордний урожай соняшнику – 11 млн т при самій високій за останні 20 років урожайності – 21,7 ц/га. Площа, врожайність та валовий збір соняшнику наведено в табл. 1 [4, 5].

Таблиця 1 – Виробництво соняшнику в Україні

Показник	1990 р.	2000 р.	2005 р.	2009 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.
Валовий збір, млн т	2,6	3,5	4,7	6,4	6,8	8,7	8,4	11,0
Урожайність, ц/га	15,8	12,2	12,8	15,2	15,0	18,4	16,5	21,7
Площа, з якої зібраний урожай, тис. га	1626	2842	3689	4193	4526	4717	5082	5089

Так, при валовому зборі соняшника в 2013 р. 11 млн т. та відсотку лушпиння 20% від маси соняшника, максимальний об'єм лушпиння буде складати 2,2 млн т.

Теплотворна здатність 1 кг сухої речовини соняшникового лушпиння еквівалентна 17,2 МДж [6]. За цим показником лушпиння соняшника переважає дрова – (14,6-15,9) МДж/кг і буре вугілля – 12,5 МДж/кг.

Із-за низької насипної щільності соняшникового лушпиння виникають значні проблеми з його транспортуванням на великі відстані, зберіганням і т. ін. Тому, для вирішення вказаних проблем застосовується ущільнення даної маси

шляхом пресування. Даний спосіб ущільнення, здебільшого, використовується для виготовлення брикетів та пелетів. Враховуючи той фактор, що вартість виготовлення брикетів значно нижча за вартість виготовлення пелетів, дрібні сільгоспвиробники віддають перевагу брикетам для використання їх в якості місцевого палива.

На сьогодні в Україні є досвід виробництва брикетів із лушпиння соняшнику. Такі брикети екологічно чисті. Сировиною для брикетів слугує висушене до оптимальної вологості лушпиння соняшнику.

У табл. 2 представлені основні технічні характеристики брикетів із лушпиння соняшнику.

Таблиця 2 – Технічні характеристики брикетів із лушпиння соняшнику

№ п/п	Назва показників	Одиниця виміру	Значення показників
1	Вологість	%	12 - 25
2	Щільність	кг/м ³	170
3	Розмір часток	м	(2 - 8) × 10 ⁻³
4	Температура загорання лушпиння	°C	235

Інформація по загальному обсягу виробництва біопаливних брикетів в Україні із лушпин-

ня соняшника та деревини (для порівняння) представлена на рис. 1.

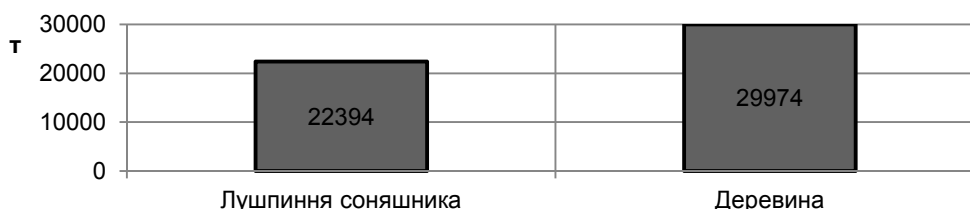


Рисунок 1 – Загальні обсяги виробництва брикетів із біопалива в Україні із соняшника та деревини

Як видно із рис. 1, виробництво брикетів із лушпиння соняшнику сумірно з об'ємами виробництва брикетів із деревини.

Виробництво паливних брикетів дозволяє вирішити ряд екологічних питань:

- спалювати в твердопаливних котлах відходи власного виробництва з метою виробітку теплової енергії;
- перетворити відходи власного виробництва на товар, що користується попитом;
- виробляти екологічно чисте паливо з відновлювальної сировини.

Слід відмітити, що використання соняшникового лушпиння в якості палива дає змогу розв'язувати екологічні проблеми, такі як, наприклад, скорочення викидів у атмосферу за рахунок відмови від використання природного газу та

запобігання органічному розкладанню відходів після вивезення назвалища. При спалюванні лушпиння виділяється стільки ж вуглекислого газу, скільки його було отримано при утворенні даних відходів. Для порівняння, при спалюванні природного газу CO₂ виділяється в 15 разів більше, при спалюванні коксу – в 30 разів більше, вугілля – в 50 разів більше [6].

Усі тверді біопалива містять домішки у вигляді негорючих компонентів, що утворюють золу. При виробництві біомаси потрібна утилізація залишків, які утворилися в біоенергетичних процесах, для того, щоб мав місце кругообіг поживних речовин. Зола може бути застосована в якості добрива або компоненту для багатоконпонентного добрива. У формуванні золи мають місце дві складові. Одна частка золи лушпиння соняшника

формується з частинок ґрунту і піску, які осідають на кошики соняшників в процесі росту, збирання і т. ін. та потрапляють разом із лушпинням в топку. Друга складова потрапляє із ґрунту в період вегетації соняшників.

Соняшникове лушпиння має невелику зольність (2-7%). Навіть при такій незначній зольності даних брикетів у порівнянні із вугіллям (до 22%) будуть утворюватись величезні відвали золи, які при зберіганні будуть наносити значну шкоду довкіллю. Так, при максимально можливих об'ємах лушпиння соняшника (2,2 млн. т) та середній зольності 4,5%, приблизна маса утвореної

золи буде становити 99 тис. т.

Одним із способів ефективної утилізації золи є використання її в якості добрива. Слід відмітити, що на відміну від деревини в складі золи лушпиння соняшника міститься підвищена кількість оксидів лужних металів, оксидів кальцію (CaO), кремнію (SiO₂) та ін. Хімічний склад золи залежить в значній мірі від умов вегетації рослин, системи добрив та ін.

Дані наближеного хімічного складу основних компонентів золи лушпиння соняшника наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Хімічний склад золи лушпиння соняшника

№ п/п	Склад золи	Вміст, %
1	Оксид калію	32,49
2	Оксид кальцію	24,31
3	Оксид магнію	14,68
4	Оксид сірки	13,86
5	Оксид фосфору	7,51
6	Діоксид кремнію	1,96
7	Оксид натрію	1,68

Всю золу, яка утворюється при згоранні соломом поділяють на зольний залишок та летку золу (циклонну та фільтраційну). Так, як крім великої кількості поживних речовин, зола має у своєму складі небезпечні для навколишнього середовища важкі метали, такі як цинк, кадмій, внесення її в ґрунт може бути обмеженим і навіть небажаним.

Але проведені дослідження вказують на те, що дані елементи у своїй переважній більшості знаходяться у фільтраційній золі. Це пов'язано з тим, що леткі з'єднання важких металів (Cd, Zn) у більшості випаровуються при згоранні палива і потім осаджуються на поверхні часток леткої золи. Склад золи у значній мірі залежить не тільки від виду біомаси, а й від агротехнічних факторів, таких як кількість опадів, обробіток посівів отрутохімікатами, внесення добрив і т. ін. Тому, перед внесенням золи в ґрунт необхідно не тільки проводити аналіз ґрунту, а й аналіз самої золи. Перш за все це пов'язано із граничним значенням в ній важких металів.

Для зменшення потрапляння важких металів в ґрунт, а потім і в сільськогосподарські культури та утилізації механічних домішок пропонується внесення в ґрунт у якості добрива зольного залишку та циклонної золи. Із-за низької концентрації важких металів в таких видах золи, не буде ніяких екологічних перешкод щодо внесення в ґрунт.

Фільтраційну золу, а її частка складає приблизно 10%, можна утилізувати шляхом промислової переробки при певних умовах – в дорожньому будівництві чи додаванням в незначній кількості до органічних добрив для подальшого внесення в ґрунт при умові недопускання граничного значення.

Властивості золи лушпиння соняшнику як

добрива наступні:

- зола лушпиння соняшника здатна швидко знизити кислотність ґрунту, який потребує вапнування, тому золу застосовують як лужне добриво;
 - ускладнює розвиток кореневої та позакореневої гнилі, хвороботворних мікроорганізмів;
 - не містить хлору, тому може застосовуватися для підживлення сільськогосподарських культур, чутливих до хлору;
 - форма калію в золі міститься у вигляді поташу (вуглекислий калій) і добре розчиняється у воді;
 - допомагає мікроорганізму процесі розкладання органічних речовин, перетворюючи їх у легкодоступні речовини;
 - володіє властивістю післядії, тривалість такого ефекту на мінеральних ґрунтах 2-2,5 роки, а на торфових — до 4 років.
- Крім того, зола покращує структуру ґрунту, сприяє розпушуванню, створює сприятливу мікрофлору, що позитивно впливає на врожайність культур.

Висновки

Як в теперішній час, так і в найближчому майбутньому підвищується рівень використання сільськогосподарської біомаси у якості палива. Однією із таких біомас є соняшникове лушпиння, об'єми якого можуть становити більше 2 млн т в рік. Використання даної біомаси в якості палива забезпечить вирішення екологічної проблеми, пов'язаної з її утилізацією та теплозабезпеченням сільгоспвиробників. Крім того, при використанні даної біомаси у якості палива потрібна повторна ефективна утилізація остатків, які утворилися при спалюванні з метою забезпечення колообігу поживних речовин. Зола може бути використана в якості добрива або складової для

багатокомпонентного добрива.

Результати досліджень показали, що вико-

ристання золи, що утворилася після спалювання лушпиння соняшника у якості добрива можливе.

Список використаної літератури:

1. Гелетуха Г. Г. Комплексний аналіз технологій виробництва енергії з твердої біомаси в Україні. Частина 1. Солома / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Желєзна, О. І. Дроздова // Промышленная теплотехника. – 2013. – № 3. – С.56-63.

2. Біопалива (технології, машини і обладнання) / Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. та ін. – К.: ЦТИ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.

3. Використання вторинних ресурсів для ефективного теплопостачання виробничих та побутових приміщень в сільській місцевості. / Шевченко О., Дубровін В., Мироненко В., Євич П., Стовпник І., Марчук О. // Науковий вісник НУБіПУ.– К.: НУБіПУ, 2009.– №134.–Ч.2. – С.7–14.

4. Сільське господарство України. Статистичний збірник 2013. Державна служба статистики України <http://www.ukrstat.gov.ua/>

5. Експрес-випуск «Підсумки збору врожаю основних сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду у 2013 році (попередні дані)». 17.01.2014 р., № 24/0/06.1вн-14. Державна служба статистики України <http://www.ukrstat.gov.ua/>

6. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. / Н.М. Мхитарян.– Наукова думка, 1999. – 315 с.

Семирненко Ю.И., Бондаренко С.Н. Утилизация зола лузги подсолнечника

Использование растительной биомассы сельскохозяйственного производства в качестве биотоплива является одной из насущных проблем для нашей страны. Вместе с этим возникает проблема утилизации зола, образующейся при сжигании данной биомассы.

Целью статьи является проведение исследований по целесообразности использования подсолнечной лузги в качестве местного альтернативного топлива и эффективности утилизации зола.

В результате проведенных исследований установлена целесообразность использования лузги подсолнечника в качестве топлива. Это в значительной степени решит как экологические проблемы сельскохозяйственных производителей, так и экономические и энергетические за счет утилизации отходов производства с целью выработки тепловой энергии, а также утилизации зола, образующейся при сжигании данной биомассы путем внесения ее на поля в качестве удобрения.

Ключевые слова: биомасса, биотопливо, шелухи подсолнечника, экологическая опасность, утилизация, брикеты, зола, удобрения.

Semirnenko Y.I., Bondarenko S.N. Disposal ashes sunflower husk

The article is conducting research on the feasibility of using sunflower seed husks as a local alternative fuel utilization and efficiency of ash.

Given that the calorific value of sunflower husk of 17.2 MJ/kg, which is dominated by wood and lignite can be used as fuel for the purpose of recycling and heat output. But because of the low bulk density of sunflower husk there are significant problems with its transportation over long distances, storage and so on. At. Therefore, to resolve the problems of the masses seal applied by pressing. This method of compaction used for making briquettes and pellets. Taking into account the factor that the production cost of pellets is much lower than the cost of production of pellets, small farmers give their preference cake for use as a local fuel.

Formed by burning husk ash also requires disposal. One way of effective utilization of ash is its use as a fertilizer. Note that unlike wood ash as part of the husks of sunflower contained increased amounts of oxides of alkali metals, oxides of calcium, silicon and others. Chemical composition of ash depends largely on the conditions of the growing season, fertilizer and other systems.

All ash which is formed during the combustion of straw Bottom ash is divided into a volatile residue and ash (cyclone and filtration). Thus, as in addition to a large number of nutrients, ash incorporates environmentally hazardous heavy metals such as zinc, cadmium, making it into the ground may be limited or even undesirable.

But studies show that these elements in their vast majority are infiltration ash, to reduce the ingress of heavy metals in the soil, and then in crops proposed to make the soil as fertilizer bottom ash residue and ash cyclone.

As a result of the studies established the feasibility of using sunflower husk as fuel. This is largely solve the environmental problems as farmers, and economic and energy through waste disposal for the purpose of heat output and utilization of ash is formed during combustion of biomass by introducing her to the fields as fertilizer.

Keywords: biomass, biofuels, sunflower husk, environmental hazards, waste, briquettes, ash fertilizer.

Дата надходження до редакції: 17.02.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Тарельник В.Б.