

THE IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF THE AGRICULTURAL CROPS RESIDUES FOR FURTHER USE

S. Yaheliuk^{1*}, M. Fomych¹, O. Holiy², A. Khomych³

¹Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

²State Enterprise «Experimental Research Farm ELITA», Rokiny, Ukraine

³Liubeshiv Technical College, Liubeshiv, Ukraine

AGRICULTURAL MACHINES



ABSTRACT

The Ukrainian Agro-Industrial Complex faces the task of improving the post-harvest operations system with the agricultural plants biomass. At best, it is crushed and left in the soil, and at worst, it is burned. A number of directives on the protection of the environment from the incineration of agricultural waste have been developed and implemented in the European Union for several decades, and Ukraine has only just begun to implement regulations governing the management of plant biomass. The task is compounded by the wide variety of crops, crop residues and waste. Unfortunately, despite the existing research, in Ukraine today a few enterprises use the agricultural plants biomass for the production of consumer products. The identification and classification of the agricultural plants biomass according to the main characteristics is the first step in solving the problem. This will allow identifying priority opportunities for further use of residues after harvesting or processing crops. In the paper the volumes and types of agricultural plants biomass that are formed after harvesting and processing crops in Ukraine are analyzed. It was revealed that more wastes are generated in the production of corn, ear, oilseeds and bast crops. Also found for all the indicated plant residues is found the general need for processing the stems (straw), as well as residues after the production of the main product (husk, cake, meal). Based on the modern research, it can be argued that at the present stage of development of the Agro-industrial Complex, the most rational way of processing the agricultural plants biomass is the production of various types of solid fuels.

Key words:

biomass,
identification of crop residues,
classification of crop residues,
solid fuel,
processing of crop residues

Article history:

Received 02.11.2021

Accepted 12.12.2021

***Corresponding author:**

cler2010@gmail.com

DOI: 10.36910/acm.vi47.654

To cite this article:

Yaheliuk, S., Fomych, M., Holiy, O., & Khomych, A. (2021). The identification and classification of the agricultural crops residues for further use. *Agricultural Machines*, 47, 95-101. <https://doi.org/10.36910/acm.vi47.654>

УДК 677.11:677.021.15

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАЛИШКІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИКОРИСТАННЯ

С.В. Ягелюк^{1*}, М.І. Фомич¹, О.В. Голій², А.В. Хомич³¹Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна²ДПЕГ «Еліта» Волинської ДСГСДС ІК НААН, Рокині, Україна³Любешівський технічний коледж, Любешів, Україна

AGRICULTURAL MACHINES

**АМ
СМ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

АНОТАЦІЯ

На сучасному етапі розвитку перед агропромисловим комплексом в Україні постала задача удосконалення системи післязбиральних операцій з біомасою сільськогосподарських культур. У кращому випадку її подрібнюють та залишають у ґрунті, а в гіршому – спалюють. У країнах ЄС вже протягом декількох десятиліть розроблена та застосовується низка директив щодо охорони навколишнього середовища від спалювання рослинних відходів сільськогосподарського виробництва, а в Україні цей процес тільки розпочато. Проблема ускладнюється великою різноманітністю культур, рослинних залишків та відходів. На жаль, незважаючи на існуючі дослідження та наукові розробки у цій галузі, в Україні на сьогодні дуже мало підприємств використовують біомасу сільськогосподарських культур для виробництва споживчої продукції. Ідентифікація та класифікація рослинних залишків за основними ознаками є першим кроком для вирішення проблеми. Це дозволить визначати пріоритетні можливості подальшого використання залишків після збирання або перероблення сільськогосподарських культур. У статті проаналізовані обсяги та види біомаси сільськогосподарських культур, що утворюється після збирання й перероблення урожаю в Україні. Виявлено, що найбільше залишків та відходів утворюється під час виробництва кукурудзи, зернових колосових, олійних та луб'яних культур. Також встановлено, що для всіх зазначених рослинних залишків спільною є необхідність перероблення стебел (соломи), а також залишків після виробництва основної продукції (лушпиння, макухи, шроту). Найбільш раціональним способом перероблення біомаси є виробництво різних видів твердого палива для опалювальних котлів.

Ключові слова:

біомаса,
ідентифікація залишків
сільськогосподарських культур,
класифікація залишків
сільськогосподарських культур,
тверді паливні матеріали,
перероблення залишків
сільськогосподарських культур

Історія публікації:

Отримано 02.11.2021

Затверджено 12.12.2021

*Автор для листування:

cler2010@gmail.com

DOI: 10.36910/acm.vi47.654

Цитувати цю статтю:

Ягелюк, С. В., Фомич, М. І., Голій, О. В., & Хомич, А. В. (2021). Ідентифікація та класифікація залишків сільськогосподарських культур для подальшого використання. *Сільськогосподарські машини*, 47, 95-101. <https://doi.org/10.36910/acm.vi47.654>

СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Згідно статистичних даних (*Ukrstat, n.d.*) у 2020 році обсяг утворених відходів в Україні склав 10779 тис т, із них 1363 тис т – це рослинні відходи сільськогосподарського виробництва (біомаса), що потребує утилізації.

У країнах ЄС вже протягом декількох десятиліть розроблена та застосовується низка директив щодо охорони навколишнього середовища від спалювання рослинних відходів сільськогосподарського виробництва. Згідно (*Розпорядження КМУ № 371-р, 2015*) в Україні імплементуються законодавчі акти та директиви, які регламентують поведінку агропідприємств з рослинною біомасою.

Наукові дослідження показали, що під час спалювання рослинної біомаси відбувається викид твердих частинок (сажі), оксиду азоту, який сприяє забрудненню приземного озону, різних канцерогенів та чадного газу. Спалювання рослинної біомаси фактично сприяє зміні клімату в той час, коли необхідно скоротити викиди вуглецю (*Gaba & Iordache, 2011*). Для вирішення цієї проблеми Кабінет Міністрів України в 2017 році запровадив «Національну стратегію управління відходами» (*Розпорядження КМУ № 820-р, 2017*). У документі значна увага приділена розвитку галузі перероблення відходів сільського господарства.

Ураховуючи зазначені зміни, українські дослідники намагаються запропонувати напрями використання рослинної біомаси (*Дідух та ін., 2010; Ягелюк & Дідух, 2020*).

Відповідно до (*Gregory, 2016*) найбільш доцільним у сучасних умовах є виробництво твердого біопалива. На жаль, в Україні на сьогодні незначна кількість підприємств використовує біомасу для виробництва палива (*Чурілов та ін., 2012*). Встановлено, що для виготовлення паливних матеріалів із рослинної біомаси можна використовувати механічні засоби та технології, за допомогою яких отримують гранули та брикети (*Gregory, 2016*). Ще одним напрямом використання рослинних залишків сільськогосподарських культур, що дозволить економічно та швидко виготовити тверді паливні матеріали, є виготовлення малогабаритних паливних рулонів для сучасних опалювальних твердопаливних котлів (*Yaheliuk et al., 2020*). Однак, на сьогодні вітчизняні технології перероблення

рослинної біомаси сільськогосподарських культур розвинуті недостатньо.

Причиною повільного розвитку технологій післязбирального оброблення та перероблення рослинної біомаси в споживчу продукцію є відсутність в державі комплексного підходу до ідентифікації та класифікації рослинних сільськогосподарських залишків. Вирішенню цього питання присвячена стаття.

Мета дослідження – ідентифікувати й класифікувати біомасу сільськогосподарських культур, що залишається у полі після збирання урожаю, та проаналізувати можливості її перероблення.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Аналітичні дослідження проводилися із використанням методів аналізу, синтезу, наукової абстракції та комплексного підходу. Результати цього дослідження базуються на матеріалах, що отримані під час аналізу статистичних даних (*Ukrstat, n.d.*), та експериментальних спостереженнях (*Онюх, 2017; Yaheliuk et al., 2020*). На основі експериментальних даних досліджень, що проводилися у 2017–2021 роках у Луцькому національному технічному університеті та ДПЕГ «Еліта» Волинської ДСГСДС ІК НААН України, встановили основні ідентифікаційні та класифікаційні ознаки рослинної біомаси сільськогосподарських культур.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Сучасні технології агропромислового виробництва в Україні не передбачають перероблення післязбиральних залишків сільськогосподарських культур (рослинної біомаси). Відповідно до даних «Утворення відходів за класифікаційними угрупованнями державного класифікатора відходів» (*Ukrstat, n.d.*) в Україні у 2020 році було ідентифіковано та описано відходи сільськогосподарських культур, інформація щодо обсягів яких представлена в **таблиці 1**. Згідно даних (*Ukrstat, n.d.*) на полях агропромислових підприємств залишаються стебла кукурудзи, сої, льону олійного, ріпаку, соняшнику, конопель та багатьох іншого культур. Усі рослинні відходи варіюються за кількістю, місцем збирання, етапами технологічних процесів, можливістю подальшої утилізації.

На **рис.** узагальнена якісна та кількісна характеристика рослинної біомаси, що залишається після збирання основного урожаю сільськогосподарських культур. Згідно даних, які представлені на **рис.**, можна зробити висновок, що наймасовішими та придатними

до перероблення залишками є сухі стебла кукурудзи та солома, зокрема солома льону олійного. Аналізуючи дані **таблиці 1** та **рис.** можна виокремити такі основні джерела рослинної біомаси: кукурудза, соняшник, зернові (колосові), луб'яні та олійні культури.

Таблиця 1 – Відходи сільськогосподарських культур (*Ukrstat, n.d.*)

Найменування відходів за класифікаційними угрупованнями державного класифікатора відходів (ДК 005-06)	Код відходів	Обсяг утворених відходів, т
1	2	3
Насіння злаків хлібних та культур сільськогосподарських, н. в. і у., зіпсоване (у т. ч. під час оброблення)	0111.1.1.01	23967,1
Відходи тканин рослинного походження	0111.2.6.00	83834,5
Солома колосова	0111.2.9.01	234882,4
Солома інша	0111.2.9.02	353218,3
Качани кукурудзи обрушені	0111.2.9.03	1231,2
Стебла кукурудзи сухі	0111.2.9.04	602698,4
Злаки хлібні некондиційні	0111.3.1.01	28384,7
Картопля некондиційна	0111.3.1.02	187,4
Культури бобові некондиційні	0111.3.1.03	165,1
Плоди, насіння олійних культур некондиційні	0111.3.1.04	4798,6
Буряк цукровий некондиційний	0111.3.1.06	13826,6
Солома та фураж некондиційні	0111.3.1.07	3214,1
Сировина рослинна (у т. ч. волокна луб'яні), яку використовують у текстильному виробництві, некондиційна	0111.3.1.08	406,0
Рослини (у т. ч. ефіроолійні), квіти тощо, які використовують головним чином у парфумерії, фармацевтиці або як інсектицидні, фунгіцидні чи аналогічні засоби, некондиційні	0111.3.1.09	96,2
Злаки хлібні, культури зернові інші забруднені радіонуклідами та (або) шкідливими (небезпечними) речовинами	0111.3.2.01	628,9
Культури сільськогосподарські інші (у т. ч. картопля, бобові, плоди та насіння олійні, тютюн та махорка, буряк цукровий, солома та фураж, рослини для текстильного виробництва, рослини для парфумерії та фармацевтики тощо), забруднені радіонуклідами	0111.3.2.02	
Бадиля овочева	0112.2.9.01	257,9
Залишки, які утворилися під час догляду за посадками овочів, квітів, саджанців	0112.2.9.02	2288,7
Коренеплоди та бульбоплоди некондиційні	0112.3.1.01	72,0

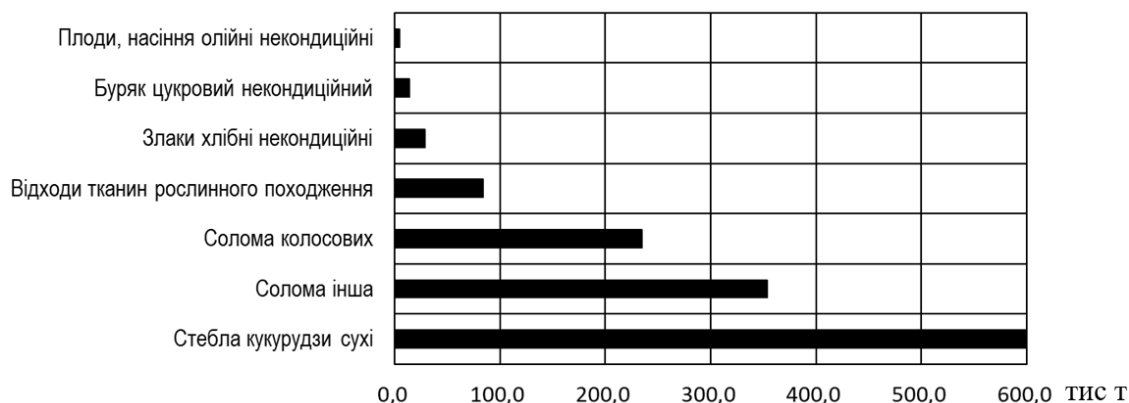


Рис. – Основні складові біомаси сільськогосподарських культур

Сучасні технології збирання кукурудзи на зерно не передбачають оброблення стеблової частини. Якщо комбайни не обладнані подрібнювачами, тоді технологічний процес потребує додаткових засобів для утилізації залишків стебел. Не існує промислових технологій перероблення качанів. На сьогодні є спроби виробляти тверді види біопалива із побічних продуктів кукурудзи на зерно: прямокутні і круглі тюки, гранули та брикети. Також були спроби використання цієї біомаси як субстрату для біогазових установок у тестовому режимі (Gregory, 2016).

У процесі збирання льону олійного одержують насіння (основний продукт) та стеблову частину (побічний продукт, відходи). Насіння, за необхідності, підсушують та очищають. Льоносолома залишається у валках на полі. Хоча, згідно існуючих наукових досліджень (Chursina et al., 2019), з трести льону олійного можна отримати неорієнтоване волокно, яке може використовуватися в якості сировини для виробництва паперу, нетканих матеріалів та армування пластмас. Також солому цієї культури використовують для одержання різних паливних матеріалів (Yaheliuk et al., 2020).

Дещо краща ситуація склалася із соломою зернових колосових культур (Безуглий та ін., 2010). Розроблені та запроваджені технології подрібнення із подальшим переорюванням рослинних залишків. Ці технології дозволяють використовувати рослинну біомасу в якості органічного добрива. Іншим напрямом є використання соломи зернових колосових культур як грубого корму у тваринництві. Проте, дослідження показали, що цей напрям малоефективний. Також солому застосовують

в енергетичних цілях як паливо.

Аналіз даних **таблиці 1** та **рис.** дозволяє стверджувати, що рослинну біомасу можна класифікувати за видом сільськогосподарської культури, етапом технологічного процесу (коли саме отримали рослинні залишки), а також за напрямом подальшого використання.

На основі класифікаційних характеристик у **таблиці 2** можна підсумувати, що для більшості сільськогосподарських культур основним залишком, що потребує перероблення після збирання урожаю, є солома. Лушпиння і відходи перероблення кукурудзи, соняшника, колосових та інших культур – вторинна складова біомаси сільськогосподарської продукції. Також варто зазначити, що обидві складові придатні для виготовлення різних видів твердого біопалива. Для АПК найбільш раціональним способом перероблення біомаси сільськогосподарських рослин можна вважати виробництво різних видів твердого палива. У цьому разі, основною операцією, що може бути спільною для всіх видів залишків сільськогосподарських культур, є подрібнення. Доцільно звернути увагу на розроблення технічних засобів для подрібнення залишків сільськогосподарських культур.

У різних країнах здійснюють пошуки способів максимального використання всього потенціалу сільськогосподарських культур (Ogone et al., 2017), адже утилізація методом спалювання – це екологічна та економічна проблема. Використання біомаси в якості твердого палива є перспективним. Під час використання рослинної біомаси як палива необхідно враховувати її класифікаційні особливості (**таблиця 2**) і періодичність циклів її відтворення.

Таблиця 2 – Класифікація біомаси сільськогосподарських культур за основними ознаками

Культура	Продукція	Відходи		Використання (пропозиція)	
		первинні	вторинні	первинні	вторинні
1	2	3	4	5	6
Кукурудза	зерно	стебло	качани	тверде паливо (рулони, брикети, пелети)	тверде паливо (пелети)
Колосові	зерно	стебло (солома)	некондиційне зерно	корм, добрива, тверде паливо (рулони, брикети)	корм для тварин
Льон олійний	насіння	стебло (солома), треста	лушпиння, макуха, шрот, некондиційне насіння	текстильне волокно, неорієнтоване волокно, тверде паливо (рулон)	харчові продукти (халва), корм для тварин, тверде паливо (брикети)
Льон-довгунець	стебло	некондиційне стебло	костриця, лушпиння, некондиційне насіння	тверде паливо (рулони)	корм для тварин, тверде паливо (брикети, пелети)
Соняшник	насіння	стебло	лушпиння, макуха, шрот	тверде паливо (рулони, брикети, пелети)	харчові продукти (халва), корм для тварин, тверде паливо (брикети)

ВИСНОВКИ

Рослинна біомаса сільськогосподарських культур має великий потенціал та є перспективним джерелом екологічно чистої енергії в Україні та світі. У результаті проведених досліджень встановлено, що рослинну біомасу можна ідентифікувати та класифікувати за видом сільськогосподарської культури, етапом технологічного процесу (коли і де саме отримали рослинні залишки), а також за напрямом подальшого використання. Проведені дослідження продемонстрували, що найбільш раціональним шляхом перероблення біомаси сільськогосподарських культур можна вважати виробництво різних видів твердого палива. У цьому разі, основною технологічною операцією, що може бути спільною для всіх видів рослинних залишків, є подрібнення. Перетворення рослинної біомаси на тверді паливні матеріали є хорошою можливістю для України підвищити економічну ефективність та екологічність вирощування різних сільськогосподарських культур, а також забезпечити споживачів твердим біопаливом.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

Chursina, L., Tikhosova, H., Holovenko, T., Shovkomud, O., Kniaziev, O., & Yanyuk, T. (2019). Innovative

technologies of oilseed flax straw mechanical processing and quality of obtained fibers. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 57(1), 207-214.

Gaba, A., & Iordache, S. F. (2011). Reduction of air pollution by combustion processes. Retrieved October 10, 2021, from <https://www.intechopen.com/books/the-impact-of-air-pollution-on-health-economy-environment-and-agricultural-sources/reduction-of-air-pollution-by-combustion-processes>

Gregory, M. (2016). Solid biofuels: producer and property: Manual for the use of solid biofuel producers. Government Rep. Moldova, Progr. United Nations Development. Chisinau: S. n.

Ouagne, P., Barthod-Malat, B., Evon, P., Labonne, L., & Placet, V. (2017). Fibre extraction from oleaginous flax for technical textile applications: influence of pre-processing parameters on fibre extraction yield, size distribution and mechanical properties. *Procedia Engineering*, 200, 213-220.

Ukrstat. (n.d.). *Утворення відходів за класифікаційними угрупованнями державного класифікатора відходів у 2020 році (Waste generation by classification groups of the state waste classifier in 2020)*. Отримано 01 жовтня 2021 з http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/uv_zaklass/arch_uv_zaklass_u.htm

Yaheliuk, S., Didukh, V., Busnyuk, V., Boyko, G., & Shubalyi, O. (2020). Optimization on efficient combustion process of small-sized fuel rolls made of oleaginous flax residues. *INMATEH – Agricultural Engineering*, 62(3), 361-368 <https://doi.org/10.35633/>

inmateh-62-38

- Безуглий, М., Гриник, І., & Булгаков, В. (2010). Науково-практичні підходи до використання соломи та рослинних решток (*Scientific and practical approaches to the use of straw and plant residues*). *Вісник аграрної науки*, 3, 5-8.
- Дідух, В., Тараймович, І., & Дударев, І. (2010). Технології використання льону олійного на енергетичні цілі (*Technologies for the use of flax oil for energy purposes*). *Збірник наукових праць ВНАУ*, 5, 145-147. <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/3477.pdf>
- Онох, Ю. (2017). Особливості вирощування льону олійного в умовах Західного Полісся (*Features of growing flax oil in the conditions of Western Polissya*). *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Сільсько-господарські науки*, 27, 37-43.
- Розпорядження КМУ № 371-р. (2015). *Про схвалення розроблених Міністерством екології та природних ресурсів планів імплементації деяких актів законодавства ЄС (On approval of the plans developed by the Ministry of Ecology and Natural Resources for the implementation of certain acts of EU legislation)*. Отримано 10 жовтня 2021 з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/371-2015-%D1%80#Text>
- Розпорядження КМУ № 820-р. (2017). *Національна стратегія управління відходами (National Waste Management Strategy)*. Отримано 10 жовтня 2021 з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80#Text>
- Чурилов, Д., Калініченко, В., Калініченко, А., & Малинська, Л. (2012). Державне регулювання ринку твердого біопалива як один із чинників збалансованого природокористування (*State regulation of the solid biofuels market as one of the factors of sustainable nature management*). *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 2, 89-93. <https://doi.org/10.31210/visnyk2012.02.18>
- Ягелюк, С., & Дідух, В. (2020). Напрямки використання продукції переробки льону олійного та льону-довгунця (*Areas of use of oilseed and long flax processing products*). *Товарознавчий вісник*, 1(13), 292-305. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2020-13-25>