

УДК 631.572; 543.57+66.092

**СОЛОМА ПШЕНИЦЫ: СОСТАВ, ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
(ВЛАЖНОСТИ, ЗОЛЬНОСТИ, ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ)**

**WHEAT STRAW: COMPOSITION, PROCESSING ISSUES, DETERMINATION
OF QUANTITATIVE PARAMETERS
(MOISTURE, ASH-CONTENT, EXTRACTIVE COMPOUNDS)**

©*Дмитриева А. А.*

*Тверской государственный технический университет
г. Тверь, Россия, science@science.tver.ru*

©*Dmitrieva A.*

*Tver State Technical University
Tver, Russia, science@science.tver.ru*

©*Степачёва А. А.*

*канд. хим. наук
Тверской государственный технический университет
г. Тверь, Россия, a.a.stepacheva@mail.ru*

©*Stepacheva A.*

*Ph.D., Tver State Technical University
Tver, Russia, a.a.stepacheva@mail.ru*

©*Луговой Ю. В.*

*канд. хим. наук
Тверской государственный технический университет
г. Тверь, Россия, pn-just@yandex.ru*

©*Lugovoy Yu.*

*Ph.D., Tver State Technical University
Tver, Russia, pn-just@yandex.ru*

Аннотация. В работе рассматриваются основные проблемы использования биомассы (в том числе сельскохозяйственных отходов) в мире, пути решения этих проблем, из которых основным является применение возобновляемых источников энергии. Кратко описываются основные отрасли использования, состав, структура лигноцеллюлозной биомассы. Приводятся методики определения количественных показателей соломы пшеницы: влажности, зольности, экстрактивных веществ — с расчетными формулами, а также результаты экспериментов. Осуществляется анализ современных статей относительно исследования соломы пшеницы и сравнение опытных данных статей с результатами научно-исследовательской работы.

Abstract. In the work, the main problems of biomass (particularly the agricultural wastes) utilization in the world practice are considered. One of the ways to solve the indicated problems is the biomass application as the renewable energy source. The main fields of the lignocellulosic biomass use and its structure and composition are also described. In the paper the methods of the quantitative analysis of moisture, ash-content, extractive compounds for wheat straw are presented. The paper contains the analysis results and their comparison with the literature data.

Ключевые слова: солома пшеницы, влажность, зольность, экстрактивные вещества.

Keywords: wheat straw, moisture, ash-content, extractive compounds.

Растущие опасения по поводу увеличения потребностей в энергии и воздействия на окружающую среду в результате использования ископаемых видов топлива привели к появлению призывов к использованию возобновляемых и альтернативных источников энергии. Европейский союз (ЕС) намерен увеличить долю возобновляемых источников энергии для производства электроэнергии, тепла и транспорта до 20% в 2020 году и 27% в 2030 году. К 2020 году ЕС стремится достичь такого уровня, когда 10% транспортного топлива в каждой стране ЕС поступает из возобновляемых источников, таких как биотопливо. В этом контексте растет интерес к переработке биомассы в области транспортных топлив, химических товаров и производства энергии [1].

Преимуществами биомассы по сравнению с обычными ископаемыми видами топлива являются низкое содержание серы и азота и отсутствие чистых выбросов CO₂ в атмосферу. Ресурсы биомассы охватывают широкий спектр материалов, таких как лесные отходы, энергетические культуры, органические отходы, сельскохозяйственные отходы и т.д. Сельскохозяйственные отходы, легкодоступная биомасса, ежегодно образуются во всем мире [2].

В развивающихся странах большое количество сельскохозяйственных отходов в настоящее время используется либо в качестве сырья для бумажной промышленности, либо в качестве источников кормов для животных. Но в целом, поскольку сбор и удаление этих остатков становится все более сложным и дорогостоящим, его оставляют неиспользованными в качестве отходов или просто сжигают в полях, тем самым создавая значительные экологические проблемы.

Лигноцеллюлозная биомасса, в основном, состоит из гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина (Рисунок). По сравнению с древесиной, остатки всей быстрорастущей биомассы, такие как солома и трава, имеют высокое содержание золы, в том числе повышенную концентрацию солей щелочных металлов и хлора, в результате чего они становятся проблематичным сырьем. Зольность и концентрация щелочных солей и хлора в сырье зависят от типа и методов культивирования биомассы. Более высокое содержание золы может вызвать каталитический эффект и благоприятствовать образованию отложений и шлаков, а также коррозии [2].

Для определения влажности соломы пшеницы в сушильный шкаф, нагретый до 150 °С, быстро поместили на 1,5 часа два взвешенных на аналитических весах и подготовленных тигля с навесками сырья массой 0,5000 г, измельченного на мельнице и просеянного через сито с размером ячеек менее 0.45 мм. За время высушивания температура в шкафу упала до 99 °С. По окончании данного времени тигли с помощью специальных щипцов извлекли из сушильного шкафа и поместили в эксикатор. Охлажденные тигли взвесили на аналитических весах, затем снова положили в сушильный шкаф на 30 мин. После охлаждения в эксикаторе и повторного взвешивания изменения массы не наблюдалось: разница между взвешиваниями после 1,5 часов и 30 мин высушивания не превысила 0,0005 г. В результате потеря массы при высушивании двух навесок соломы пшеницы до абсолютно сухого состояния составила 0,4628 г и 0,4656 г.

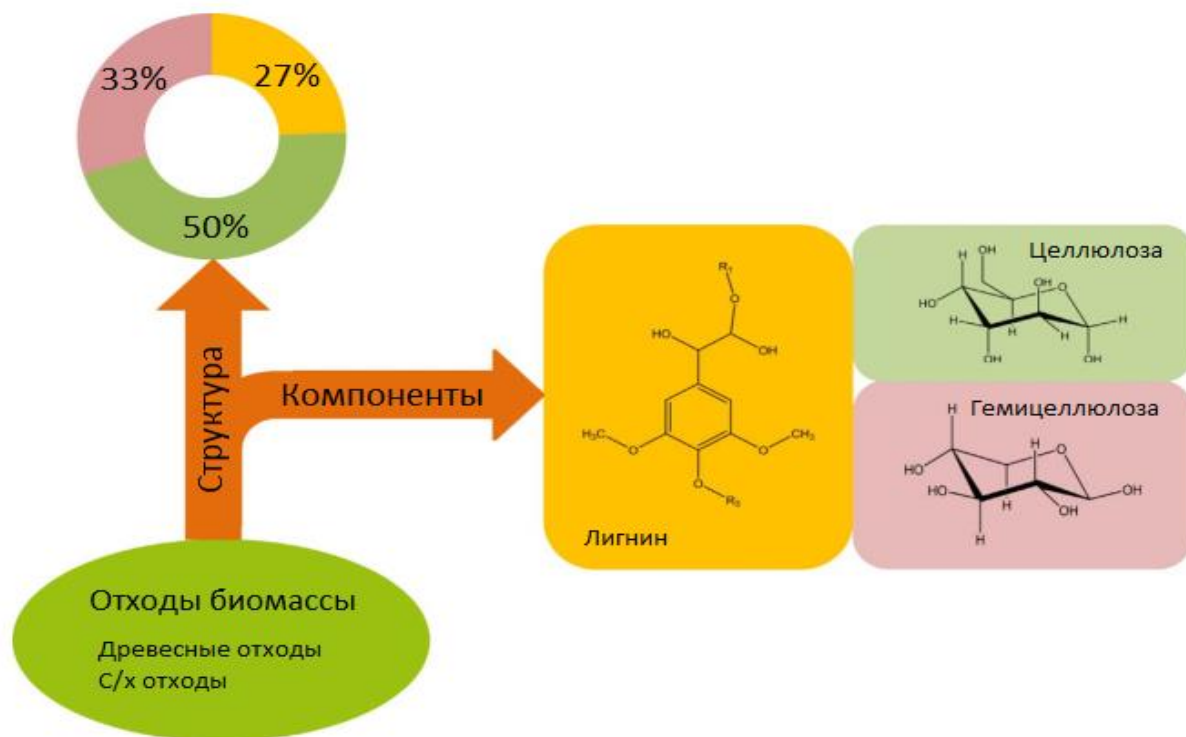


Рисунок. Структура и компоненты лигноцеллюлозной биомассы

Влажность сырья (X) в процентах была вычислена по формуле 1:

$$X = \frac{(m - m_1) 100}{m}, \quad (1)$$

где m – масса сырья до высушивания, г; m_1 – масса сырья после высушивания, г (1).

За окончательный результат приняли среднее арифметическое результатов двух определений: оно составило 7,16%.

Для определения зольности, как и при определении влажности, использовали навеску соломы пшеницы, измельченной в мельнице и просеянной через сито с размером ячеек менее 0,45 мм. Два подготовленных тигля и 0,5000 г навески сырья с тиглями взвесили на аналитических весах. Затем тигли с соломой накрыли конусом беззольного фильтра с отверстием для доступа воздуха и перенесли в муфельную печь, предварительно прокаленную примерно до 550–650 °С (до красного каления), на 1 час. По окончании этого времени тигли при помощи специальных щипцов извлекли из печи, охладили сначала на воздухе при комнатной температуре в течение 5 мин, после – в эксикаторе в течение 15 мин. Охлажденные тигли взвесили на аналитических весах, затем снова поместили в муфельную печь. По прошествии 30 мин, тигли извлекли из печи щипцами, охладили на воздухе и в эксикаторе и взвесили на аналитических весах. После повторного взвешивания изменения массы не наблюдалось: разница между взвешиваниями после 1 часа и 30 мин прокаливания сырья не превысила 0,0005 г.

Содержание общей золы (X_1) в процентах в абсолютно сухом сырье было вычислено по формуле 2:

$$X_1 = \frac{m_1}{m_2} \frac{100}{(100-W)}, \quad (2)$$

где m_1 — масса золы, г; m_2 — масса сырья, г; W — потеря в массе при высушивании сырья, % (3).

За окончательный результат приняли среднее арифметическое результатов двух определений: оно составило 4,73%.

Для определения количества экстрактивных веществ навеску растительного сырья, измельченного в мельнице и просеянного через сито с размером ячеек менее 0,45 мм, поместили в коническую колбу и прилили 50 мл 70%-ого спирта. Колбу закрыли пробкой, взвесили и оставили на 1 час. Затем колбу присоединили к обратному холодильнику, нагрели до кипения и кипятили 2 часа, не допуская сильного кипения. По истечении данного времени, колбу с содержимым охладили при комнатной температуре и снова закрыли той же пробкой, взвесили и потерю в массе дополнили 70%-ым спиртом. Содержимое тщательно взболтали и отфильтровали при использовании сухого бумажного фильтра в коническую колбу объемом 150–200 мл (2).

Фарфоровую чашку предварительно высушили при 105 °С до постоянной массы и взвесили на аналитических весах. В подготовленную чашку перенесли фильтрат в количестве 25 мл, выпарили на водяной бане досуха и сушили при 115 °С в течение полутора часов в лабораторном сушильном шкафу. По истечении времени фарфоровую чашку охладили в эксикаторе и быстро взвесили.

Количество содержащихся в сырье экстрактивных веществ в процентах (x) в расчете на абсолютно сухое сырье было вычислено при использовании формулы 3:

$$x = \frac{m}{m_1} \frac{200}{(100-W)}, \quad (3)$$

где m — масса сухого остатка, г; m_1 — масса растительного сырья, г; W — утрата массы в результате высушивания сырья, г [4].

В результате проведения исследования количество экстрактивных веществ в навеске соломы пшеницы, измельченной на мельнице и просеянной через сито с размером ячеек менее 0,45 мм, составило 7,48%.

Поскольку вопрос переработки остатков сельскохозяйственных культур является актуальным, приведено множество работ по исследованиям различных видов биомассы, в том числе и соломы пшеницы.

В. Biswas и др. определили и сравнили количественные показатели различных видов остатков сельскохозяйственных культур, а именно: кукурузного початка, соломы пшеницы, соломы риса и рисовой шелухи. Оцененное содержание влаги в остатке биомассы сельского хозяйства показало несколько разные результаты для большинства остатков сельскохозяйственной биомассы. Результаты исследований соломы пшеницы следующие: влажность сырья составила 12,81% (нормальный показатель), зольность — 6,63% (низкий показатель). При проведении экспериментов использовались частицы соломы пшеницы размеров от 0,5 до 2 мм [2].

А. Aqsha и др. представили следующие результаты прямого исследования соломы пшеницы: влажность составила 3.67% (низкий показатель), зольность — 12,13% (нормальный показатель) [3]. Непосредственный анализ биомассы соломы пшеницы ученые проводили с использованием термогравиметрического анализатора. Все эксперименты состояли из трех этапов: сушка, удаление летучих веществ в инертной атмосфере азота и горения с воздухом [3].

К. Lazdovica и др. получили следующие значения количественных показателей соломы пшеницы: зольность составила 5,1% (нормальный показатель), влажность — 9,1% (низкий показатель), содержание экстрактивных веществ — 1,2% [4].

Таким образом, из анализа опытных данных можно увидеть, что значения показателей влажности, зольности соломы пшеницы могут существенно различаться в зависимости различных факторов. Влажность и зольность проанализированной в данной работе соломы составили низкие значения 7,16% и 4,73% соответственно, а количество экстрактивных веществ — 7,48%, что на 6,38% выше значения, данного в статье [4].

Источники:

(1). ГОСТ 24027.2-80 Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла. Введ. 1981-01-01. М.: Издательство стандартов. 10 с.

(2). Метод определения содержания экстрактивных веществ, извлекаемых 70% спиртом из растительного сырья [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.korolevpharm.ru/articles/377-metod-opredeleniya-soderzhaniya-ekstraktivnykh-veshchestv-izvlekaemykh-70-spirtom-iz-rastitelnogo-syrya.html>. - Загл. с экрана.

Список литературы:

1. Lazdovica, K., Kampars, V., Liepina, L., Vilka M. Comparative study on thermal pyrolysis of buckwheat and wheat straws by using TGA-FTIR and Py-GC/MS methods // *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2017. Vol. 124. pp. 1-15.

2. Biswas, B., Pandey, N., Bisht, Y., Singh, R., Kumar, J., Bhaskar T. Pyrolysis of agricultural biomass residues: Comparative study of corn cob, wheat straw, rice straw and rice husk // *Bioresource Technology*. 2017. Vol. 237. pp. 57-63.

3. Aqsha, A., Tijani, M., Moghtaderi, B., Mahinpey N. Catalytic pyrolysis of straw biomasses (wheat, flax, oat and barley) and the comparison of their product yields // *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2017. Vol. 125. pp. 201-208.

4. Lazdovica, K., Liepina, L., Kampars V. Comparative wheat straw catalytic pyrolysis in the presence of zeolites, Pt/C, and Pd/C by using TGA-FTIR method // *Fuel Processing Technology*. 2015. Vol. 138. pp. 645-653.

References:

1. Lazdovica, K., Kampars, V., Liepina, L., Vilka M. Comparative study on thermal pyrolysis of buckwheat and wheat straws by using TGA-FTIR and Py-GC/MS methods // *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2017. Vol. 124. pp. 1-15.

2. Biswas, B., Pandey, N., Bisht, Y., Singh, R., Kumar, J., Bhaskar T. Pyrolysis of agricultural biomass residues: Comparative study of corn cob, wheat straw, rice straw and rice husk // *Bioresource Technology*. 2017. Vol. 237. pp. 57-63.

3. Aqsha, A., Tijani, M., Moghtaderi, B., Mahinpey N. Catalytic pyrolysis of straw biomasses (wheat, flax, oat and barley) and the comparison of their product yields // *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2017. Vol. 125. pp. 201-208.

4. Lazdovica, K., Liepina, L., Kampars V. Comparative wheat straw catalytic pyrolysis in the presence of zeolites, Pt/C, and Pd/C by using TGA-FTIR method // *Fuel Processing Technology*. 2015. Vol. 138. pp. 645-653.

*Работа поступила
в редакцию 18.07.2017 г.*

*Принята к публикации
21.07.2017 г.*

Ссылка для цитирования:

Дмитриева А. А., Степачева А. А., Луговой Ю. В. Солома пшеницы: состав, вопросы переработки, определение количественных показателей (влажности, зольности, экстрактивных веществ) // *Бюллетень науки и практики. Электрон. журн.* 2017. №8 (21). С. 86-91. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/dmitrieva-stepacheva-lugovoy> (дата обращения 15.08.2017).

Cite as (APA):

Dmitrieva, A., Stepacheva, A., & Lugovoy, Yu. (2017). Wheat straw: composition, processing issues, determination of quantitative parameters (moisture, ash-content, extractive compounds). *Bulletin of Science and Practice*, (8), 86-91