

УДК 631.95

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Н.Г. Чистова<sup>1</sup>, В.Н. Матыгулина<sup>2</sup>, Е.В. Гончаров<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения», Красноярск, Россия

<sup>2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф.

Решетнева, Красноярск, Россия

В статье рассматривается проблема утилизации сельскохозяйственных отходов и предлагаются различные решения по их использованию. Анализируются существующие методы переработки отходов, обсуждаются вопросы экологической безопасности и экономической эффективности использования сельскохозяйственных отходов.

**Ключевые слова:** растительные отходы, утилизация, однолетние растения, переработка, композиционные материалы.

### THE USE OF PLANT WASTE IN VARIOUS INDUSTRIES

*N.G. Chistova<sup>1</sup>, V.N. Matygulina<sup>2</sup>, E.V. Goncharov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Krasnoyarsk Rail Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University,

Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation

The article examines the problem of recycling agricultural waste and proposes various solutions for its use. Existing methods of waste processing are analyzed, issues of environmental safety and economic efficiency of using agricultural waste are discussed.

**Keywords:** plant waste, recycling, annual plants, recycling, composite materials.

По данным Министерства сельского хозяйства России в отечественном агропромышленном комплексе (АПК) ежегодно генерируется более 770 млн. т отходов. Предприятиями перерабатывающего подкомплекса АПК ежегодно в атмосферу выбрасывается в среднем около 300 тыс. т загрязняющих веществ, из них твердые отходы составляют 109 тыс. т (36,5 %), газообразные и жидкие — 190 тыс. т (63,5 %). Среди выбросов наибольший удельный вес занимают выбросы азотной кислоты (8,4 %), аммиака (8,5 %), фтористых соединений (5-6 %), сажи (3,2 %) [1].

Загрязнения, поступающие в почву, по источникам образования делятся на промышленные и сельскохозяйственные. Основные промышленные отходы — это транспортные, шламы, моечно-транспортерные осадки, фильтрационный осадок, активный ил, отходы при фильтрации, упаковке и зачистке. К сельскохозяйственным отходам относятся органические отходы растениеводства, животноводства и перерабатывающей промышленности подкомплекса АПК.

Растительные отходы — это остатки растительного происхождения, образующиеся в процессе производства, обработки, использования или утилизации растений, растительных продуктов и материалов. Они включают в себя, например, стебли, листья, корни, кору, скрлупу, шелуху, опилки, стружку, солому, бумажные и картонные отходы, а также остатки от обрезки деревьев и кустарников. Растительные отходы могут использоваться в качестве сырья для различных целей, включая производство энергии, удобрений, компоста, изоляционных материалов и биоразлагаемых пластиков.

Такие отходы являются значительным источником органического материала, который может быть переработан и использован в дальнейшем в различных целях.

При выращивании и уборке урожая, переработке, хранении и подготовке к продаже продуктов сельского хозяйства также образуется огромное количество отходов. Большая часть отходов — это полевые отходы (около 50 %) и около 30 % — отходы обработки.

По разным источникам, общее количество сельскохозяйственных отходов достигает 630-650 млн. т. Это солома и ботва с полей, листья и ветки плодовых деревьев, шелуха от переработки готовой продукции и многое другое. Лишь малую долю этих отходов используют на корм скоту либо оставляют в полях для удобрения. Большинство видов растительного мусора сжигают или хранят на свалках до их естественного разложения.

Наибольшая часть от общего количества отходов АПК приходится на отрасль животноводства (56%), второе место занимают отходы растениеводства (35,6%), на долю перерабатывающих отраслей приходится 4,7% отходов.

Проблема рециклинга отходов является остройшей экологической проблемой современности, так как, образуясь в огромных количествах, отходы при их размещении в окружающей среде являются источником ее загрязнения, ухудшают санитарно-эпидемиологические и эстетические качества природы [2]. Постоянно растущие площади полигонов и несанкционированных свалок заставляют задуматься о возможности внедрения отходов в производственный процесс.

Стратегия обращения с сельскохозяйственными отходами должна базироваться на экологических и социальных принципах, быть экономически целесообразной, учитывать особенности каждого конкретного региона, основываться на комплексном взаимодействии всех заинтересованных сторон, поддерживаться нормативно-правовой базой [3]. Отходы, образуемые в отраслях сельскохозяйственного производства, являются ценным сырьем и могут быть использованы в качестве вторичного ресурса. Рециклинг отходов позволит вовлечь полезные компоненты в круговорот и тем самым сбалансировать производственный процесс. Отходы сельскохозяйственного производства в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО) делят на три группы: отходы растениеводства, отходы животноводства и отходы от прочих работ и услуг. Первые две группы отходов являются специфичными для растениеводства и животноводства и заслуживают внимания как вторичное сырье. Отходы растениеводства преимущественно представлены растительными остатками, в виде соломы, мякины, семян и иных компонентов сельскохозяйственных растений (таблица 1).

Таблица 1  
Отходы растениеводства

Деятельность, связанная с образованием отхода	Наименование отхода	Класс опасности по ФККО
Предпосевная подготовка семян	Семена зерновых и иных культур не проправленные с истекшим сроком годности	5
	Семена зерновых и иных культур проправленные с истекшим сроком годности	2
	Семена ярового рапса	4
Уборка урожая	Мякина, солома, стебли растений, зерновые отходы от сортировки, растительные остатки при выращивании цветов, тепличные субстраты	5

Компонентный состав растительных остатков представляет собой органоминеральную смесь. По химическому составу — это отходы, содержащие белок, богатые клетчаткой, цеплодекстринами, декстринами, крахмалом, олигосахаридами. По агрегатному состоянию они отнесены к твердым отходам. По технологической стадии получения являются отходами первичной переработки сырья (например, сортировки зерна). По материалоемкости они являются многотоннажным сырьем, полностью используемым в производстве.

Основными направлениями возможного использования отходов растениеводства являются:

- производство кормов;
- подстилка сельскохозяйственным животным;
- в качестве удобрений;
- получение искусственной почвы из лигноцеллюлозных отходов;
- биоэнергетика;
- производство биоразлагаемой упаковки.

Солома может быть переработана любым из предложенных методов. Такие компоненты, как корни растений, оболочка зерна, некондиционное зерно, листья и др. можно использовать в биоэнергетике.

Сельское хозяйство, производя ежегодно в большом количестве зерновые, технические и другие культуры, располагает огромными ресурсами побочных продуктов в виде отходов: солома злаковых культур (пшеничная, ржаная, рисовая), стебли кукурузы, технические культуры (хлопчатник, подсолнечник, клещевина, рапс, хмель, табак, картофель), виноградная лоза, льнопеньковые и хлопковые отходы (закостренное короткое волокно, льняная и конопляная костра). В них содержится богатый набор ценных компонентов: от 35 до 85% целлюлозы, от 1 до 22% лигнина, от 18 до 27% пентозанов.

Таким образом, растительные отходы представляют собой ценный ресурс, который можно использовать для производства различных продуктов. В данный момент разрабатываются различные направления использования растительных отходов.

Так, автор [4] предлагает получение ванилина из различных растительных отходов сельскохозяйственного производства. Сфера применения ванилина в различных отраслях промышленности очень широка, его аромат считается самым популярным и широко применяемым ароматом в производстве напитков и продуктов питания. Также ванилин используется в парфюмерии, медицине, в производстве фармпрепаратов и других химических соединений. Наличие чрезвычайно реакционноспособных функциональных групп в ванилине обеспечивает возможность получения обширного ряда производных, обладающих биологически-активными свойствами: антисептическими, бактерицидными, фунгицидными, антиоксидантными. Были исследованы методы выделения лигнина из растительного сырья и разработаны методики выделения ванилина из лигнина. Проблема селективного окисления лигнина до ароматических альдегидов еще далека от решения и имеет множественные варианты реализации, определяемые субъективными факторами осуществления окислительного процесса. Промышленную реализацию нашел способ окисления лигнина в щелочной среде. Аналогичные способы имеют место в процессах переработки древесины (кислородно-щелочной, кислородно-содовой варки целлюлозы, кислородно-щелочной отбелки целлюлозы и др.) в целлюлозно-бумажной промышленности. Однако эти процессы ставят основной целью максимальный выход целлюлозы, т.е. максимальную делигнификацию древесины.

Вопросы селективного окисления лигнина до ванилина в этих процессах вообще не рассматривались, поскольку лигнин максимально окислен. Проблема селективного окисления лигнина до альдегидов и максимального получения целлюлозы может быть успешно решена подбором соответствующих катализаторов окисления, более мягких окислителей и условий проведения процесса. На выход ванилина влияет также происхождение лигнина. Так, экономически целесообразно производство ванилина только из лигносульфонатов древесины хвойных пород, так как в случае древесины лиственных пород и травянистых растений образуется значительное количество других ароматических оксиальдегидов, которые довольно трудно разделить.

Кроме того, в настоящее время разрабатываются различные направления использования растительных волокон и отходов их производства. Jinchun Zhu [5] предлагает использовать натуральные волокна (например, лен, конопля и т.д.) вместо синтетических волокон (углерод и стекло и т.д.) для оборудования транспортных средств. В своей работе он исследовал свойства композиционных материалов из волокон льна со связующим на основе эпоксидных смол с биодобавками, такими как танин, которые могут использоваться в транспортных средствах.

Автор отмечает, что части транспортных средств (двери, панели, стойки шасси и т.д.), полученные из нефтепродуктов, проблематичны в утилизации. Поэтому и вырос интерес к новому возобновляемому сырью. Стоимость изготовления, механические свойства и экологическая безопасность являются преимуществами для использования биокомпозиций [6].

В табл. 2 представлен химический состав некоторых видов отходов переработки сельскохозяйственных культур.

Таблица 2  
Химический состав растительных тканей (% от абсолютного сухого вещества)

Материал	Влага	Зола	Сырой протеин	Смола и воск	Пентозаны	Целлюлоза	Лигнин
Солома ячменная	12,0	5,56	3,20	1,40	21,45	32,92	23
Солома гречневая	12,0	5,40	5,57	7,57	9,28	24,16	21,7
Стебли топинанбура	12,0	3,63	0,58	2,02	18,68	26,01	18,5
Стебли крапивы	12,0	4,14	2,61	10,12	15,34	43,14	17,10
Костра конопли	4,59	1,60	1,70	9,96	27,87	37,00	18,80
Подсолнечная шелуха	3,14	10,33	6,66	-	23,79	31,70	20,07
Хлопковая шелуха	0,98	2,13	9,33	-	24,02	36,04	32,17
Льняная костра	12,0	1,11	0,00	0,84	15,80	34,18	15,8
Проясная шелуха	3,14	10,33	6,66	-	23,79	31,70	20,1
Солома пшеничная	3,89	5,51	6,17	1,49	18,98	34,82	22
Сосновые шишки	3,02	4,2	7	10	16	35	30
Очесы хлопкопрядильного производства	3,01	4	5	5	18	35	15
Кукурузная кочерыжка	12	1,8	2,11	1,37	31,5	37,6	17,0

Ведутся также разработки в области промышленного производства композиционных материалов из биокомпозиций на основе льна и полипропилена, а также кенафа и полипропилена для выполнения частей транспортных средств [7]. Однако исследователи в основном занимались переработкой отходов стеблей однолетников [8]. Следует отметить, что безвозвратные пылевидные лигноцеллюлозные отходы производства волокон не использовались в качестве сырья для производства продукции.

В другом исследовании рассматриваются отходы растительного сырья, которые могут быть использованы для производства композиционных материалов [9]. Аналогом разрабатываемого материала являются древесноволокнистые плиты (ДВП) мокрого способа производства. Процесс производства плит из древесного волокна, получаемого методом размола древесной щепы в дефибраторах и рафинерах, является материально- и энергоемким. В лаборатории кафедры машин и аппаратов промышленных производств СибГУ имени М.Ф. Решетнева проводятся многочисленные исследования по размолу однолетних растений с целью получения различных композиционных материалов.

Учитывая вышесказанное, а также то, что основная масса отходов растительного производства практически не находит применения и выбрасывается, загрязняя окружающую среду, очень актуальным становится создание оптимальной технологии переработки отходов с использованием ценных компонентов в полезные для народного хозяйства продукты.

### Библиографический список

1. Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В. Рециклинг отходов в АПК: справочник. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011 – 296 с.
2. Раскатов В.А., Фокин А.Д., Титова В.И. и др. Технологии обращения с отходами. М.: Изд-во РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. 112 с.
3. Векленко В.И. Исследование потенциальных возможностей использования сельскохозяйственных отходов в народнохозяйственном комплексе Курской области. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №7. С.20-21.
4. Рацук М.Е. Получение ванилина из растительных отходов // Вестник Херсонского национального технического университета. 2015. №1 (52).
5. Jinchun Zhu. Recent development of flax fibres and their reinforced composites based on different polymeric matrices materials. - 2013. - №6. Pp. 5171-5198.
6. Peroni I. Natural fibres and composites: research development and production // International Journal of Materials and Product Technology. - 2009. -Vol. 36. - № 1-4. Pp. 396-416.
7. Khalil H. P. S. A. Natural fiber reinforcement for poly(vinylchloride) composites: A review / Khalil H. P. S. A., Tehrani M. A., Davoudpour Y., Bhat A. H., Jawaid M. and Hassan A. // Journal of Reinforced Plastics and Composites. - 2013. -Vol. 32. - № 5. Pp. 330-356.
9. Dobircu. Wheat flour thermoplastic matrix reinforced by waste cotton fibre // Agro-green-Composites. - 2009. - Part A 40. -Pp. 329-334.
10. Сусоева И.В. Исследование интенсивности образования пылевидных отходов текстильных предприятий, используемых для производства строительных лигноцеллюлозных композиционных материалов / Сусоева И.В., Вахнина Т.Н., Ибрагимов А.М. // Технология текстильной промышленности. -2016. - № 2 (362). - С. 219 – 222.