

УДК 636.087.2.**Переработка отходов сельскохозяйственного производства с получением кормовых продуктов, строительных материалов и химической продукции**

Е.П. Шишаков, М.О. Шевчук, О.Ю. Рекиш

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»

ddtpisticid@mail.ru

Сельскохозяйственное производство характеризуется значительным количеством отходов и побочных продуктов производства. При выращивании зерновых и масличных культур образуется солома, солома, стебли кукурузы. При выращивании плодов, ягод, винограда – ветви от обрезки деревьев и виноградная лоза. При переработке плодов и ягод – выжимки, гребни, косточки. Значительная часть этих продуктов утилизируется путем сжигания (ветви, лоза) или вывозится в отвал (выжимки, гребни, косточки). Основной причиной указанных явлений является недостаточная изученность химического состава и свойств побочных продуктов, сезонность образования, а также отсутствие экономически эффективных технологий переработки указанных отходов.

Сотрудники УО БГТУ (г. Минск, Республика Беларусь) имеют значительный опыт в разработке новых и совершенствовании существующих технологических схем переработки отходов сельского хозяйства.

В таблице 1 приведен средний химический состав наиболее распространенных отходов сельскохозяйственного производства.

Таблица 1 – Усредненный состав отходов сельскохозяйственного производства

Вид отходов	Химический состав, % от абс. сухого вещества					
	водорастворимые вещества	зольные вещества	легкогидролизуемые полисахариды	трудногидролизуемые полисахариды	потенциальный выход фурфурола	ацетильные группы
Ветви плодовых деревьев	0,3-0,6	0,7-3,2	18-22	37-41	14-15	4,2-4,4
Виноградная лоза	0,6-1,2	0,9-1,4	24-27	29-32	13-14	3,8-4,0
Стебли кукурузы	0,2-0,4	6,4-8,2	25-28	32-34	17-19	2,5-2,8
Солома рапса	0,2-0,4	5,7-6,2	16-17	32-34	10-11	3,1-3,3
Яблочный жмых	31,1-36,7	4,2-5,4	22-24	20-22	8-9	2,8-2,9
Рябиновый жмых	28,1-32,2	6,5-7,1	15-17	13-16	9-10	3,1-3,3
Гребни винограда	14,1-17,2	7,1-8,2	18-19	32-34	9	4,1-4,4

Свекловичный жом	0,3-0,5	0,2-0,4	55-57	14-15	6-7	0,8-0,9
------------------	---------	---------	-------	-------	-----	---------

Из анализа данных таблицы 1 можно заключить, что ветви плодовых деревьев, виноградная лоза, стебли кукурузы и солома рапса по своему химическому составу пригодны для получения фурфурола и уксусной кислоты. Практически достижимый выход этих продуктов, при использовании некоторых наиболее распространенных катализаторов, приведен в таблице 2.

При использовании автокаталитического процесса гидролиз гемицеллюлоз и образование фурфурола происходят под действием уксусной кислоты, образующейся при отщеплении ацетильных групп, и муравьиной кислоты, образующейся при распаде углеводов. В этих условиях целлюлозная часть исходного сырья практически не разрушается. В то же время лигнин претерпевает значительные изменения: он становится более пластичным. В значительной степени ослабляются связи между волокнами целлюлозы. Целлолигниновый остаток легко размалывается с получением волокнистой массы, пригодной для получения древесно-волокнистых плит (ДВП) «сухим» или «мокрым» способом. При этом, благодаря пластифицированному лигнину, формование плит может происходить без использования дополнительного связующего. По своим механическим показателям полученные ДВП лишь на 20–25% уступают плитам, полученным по традиционной технологии из кондиционного древесного сырья. При этом затраты энергии на размол древесной массы меньше в 5–7 раз.

Таблица 2 – Выход фурфурола и уксусной кислоты при гидролитической переработке сельскохозяйственных отходов

Вид отходов	Выход фурфурола по конденсату, % от а. с. сырья		Достижимый выход фурфурола, кг/т сырья	Достижимый выход товарной уксусной кислоты, кг/т сырья
	автокаталитический процесс	разбавленная серная кислота		
Ветви плодовых деревьев	5,2–5,8	8,4–9,1	36–47	22–26
Виноградная лоза	5,2–5,5	8,1–8,8	35–46	20–28
Стебли кукурузы	4,4–4,8	12,5–14,2	72–86	14–21
Солома рапса	4,1–4,8	6,8–7,4	44–50	22–24

При переработке стеблей кукурузы и соломы рапса для получения высоких выходов фурфурола и уксусной кислоты необходимо использовать более активный катализатор – 2–5%-ный раствор H_2SO_4 . В этом случае выход фурфурола достигает 72–86 кг на 1 т соломы кукурузы натуральной влажности и 44–50 кг – при переработке рапсовой соломы. Дополнительно можно получить 20–25 кг товарной уксусной кислоты. Целлолигнин, полученный после гидролиза указанных видов сырья, имеет развитую поверхность и пригоден для получения топливных брикетов, пеллет, активных углей, лечебного лигнина

(полифепана, лигносорба) и других продуктов. Свекловичный жом, гребни винограда, яблочный и рябиновый жмых содержат значительное количество водорастворимых веществ, преимущественно сахаров и легкогидролизуемых полисахаридов. Наиболее перспективным направлением переработки этих видов отходов является получение кормовых дрожжей, растительно-углеводных или растительно-белковых кормов.

В первом варианте технология включает следующие этапы: обработку отходов горячей водой (80–95°C, 0,5–1,0 ч), гидролиз гемицеллюлоз (130–140°C, 0,5–1,0%-ный раствор H_2SO_4 , 1,0–1,5 ч), нейтрализацию гидролизата, охлаждение сусла, внесение засевной культуры дрожжей, жидкофазная ферментация, отделение дрожжевой биомассы, пастеризация и консервация кормового белкового продукта. Готовый продукт содержит 20–25% сухих веществ, в том числе 10–12% полноценного белка, 3–5% жиров, витамины группы В, микро- и макроэлементы. По питательной ценности белковый продукт превосходит зерно злаковых культур. Выход кормового белкового продукта в зависимости от вида переработки отходов достигает 120–480 кг из 1 т отходов натуральной влажности.

Во втором варианте технология включает следующие операции: обработка отходов газообразным аммиаком или аммиачной водой, внесение засевной культуры дрожжей, аэрация полученного субстрата, пастеризация и консервация кормового продукта. Выход кормовой добавки составляет 700–900 кг на 1 т перерабатываемых отходов. Готовая добавка содержит 5–8% полноценного белка, 1,5–2,0% жира, витамины группы В, макро- и микроэлементы.