

nalyse.— VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1974. [17]. Z e n b r o d A. Lasermesverfacher// Messen, Steuern und Regeln Chem. Techn.,— Berlin e. a., 1980.— Bd. 2.— S. 561—571.

Поступила 12 февраля 1986 г.

УДК 676.086.782 : 630

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕВОДИСТЫХ КОРМОВ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ

С. И. ЛАДИНСКАЯ, З. М. НАУМЕНКО

Брянский технологический институт

Большую роль в укреплении кормовой базы животноводства, пополнении ее различными кормами и питательными веществами могут сыграть разнообразные отходы, образующиеся при переработке древесины. Массовость и доступность лесных ресурсов, их естественная возобновляемость, возможность круглогодичного использования позволяют рассматривать их как дополнительную сырьевую базу для кормов [1].

В нашей стране и за рубежом ведутся интенсивные поиски путей обеспечения животноводства необходимыми ресурсами легкоперевариваемых углеводов. Широкое применение получили технологии производства свекловичной, тростниковой и других меласс. Большое внимание уделяется ликвидации углеводного дефицита в кормах за счет использования полисахаридосодержащего растительного сырья, в частности, древесины и разнообразных отходов ее заготовки и переработки [4].

Отходы древесины, содержащие до 70 % углеводов,— потенциальные источники энергии для жвачных животных, однако без предварительной обработки их можно использовать рубцовой микрофлорой только в небольших количествах из-за высокого уровня в них лигнина, находящегося в физико-химической связи с целлюлозой. Этот комплекс особенно прочен в древесине, поэтому важной задачей является разработка методов повышения переваримости питательных веществ, содержащихся в древесине.

Особого внимания заслуживает разработка методов осахаривания древесного сырья, превращение его в питательный углеводистый корм с повышенным содержанием моносахаридов. Один из наиболее перспективных способов получения легкодоступных углеводов — гидролиз полисахаридов. С точки зрения выбора технологических приемов переработки древесного сырья на корм, важное значение имеет его характеристика: содержание целлюлозы и лигнина, соотношение легко- и трудногидролизуемых фракций, пентоз и гексоз.

Существующие способы осахаривания древесных отходов основаны на различных условиях проведения реакции гидролиза для гемицеллюлоз и целлюлоз. Гемицеллюлозы легко гидролизуются без катализаторов при повышении температуры до 100 °С и давлении до 0,2 МПа, целлюлоза же без катализаторов практически не гидролизует даже при 200 °С.

В качестве сырья для получения осахаренных кормов можно использовать любые виды целлюлозосодержащих отходов: стружку, опилки, ветки, кору, древесное волокно, торф и др.

В табл. 1 представлены данные о содержании легкогидролизуемых (ЛГ) и трудногидролизуемых (ТГ) полисахаридов в различных отходах.

По данным табл. 1, содержание полисахаридов в отходах колеблется от 30 до 70 %. Соотношение легко- и трудногидролизуемых фракций сильно меняется в зависимости от вида отходов. Древесные отходы

Таблица 1

Отходы	Содержание в отходах полисахаридов, % на абс. сухое сырье,	
	легкогидролизуемых (ЛГ)	трудногидролизуемых (ТГ)
Опилки осиновые	16,3...17,4	39,6...43,0
» березовые	22,0...25,9	39,1...42,5
» еловые и сосновые	15,8...17,2	44,1...47,9
Ветви (ивы, ольхи, березы):		
одногодичные	17,2...19,2	28,1...30,2
трехгодичные	17,5...18,8	33,1...36,0
Кора еловая	16,2...16,6	32,9...46,6
Древесное волокно (хвойные и лиственные породы 1:1)	17,5...18,4	43,5...47,1

лиственных пород по сравнению с хвойными содержат большее количество ЛГ фракций.

Решающую роль в достижении высокого уровня осахаривания играет содержание в исходном сырье ЛГ полисахаридов. Повышенным содержанием ЛГ полисахаридов характеризуются кора и однолетние ветви хвойных и лиственных пород. У многолетних ветвей содержание ТГ полисахаридов увеличивается, а у древесины достигает максимума.

Наиболее распространенный и освоенный промышленностью способ осахаривания древесного сырья — его гидробаротермическая обработка. Сущность этого способа заключается в воздействии на увлажненное сырье пара повышенного давления и температуры. Под действием температуры отделяются ацетальные группы и образуется уксусная кислота, являющаяся катализатором процесса гидролиза ЛГ полисахаридов, в основном пентоз, до моносахаридов.

С 1981 г. на Котласском ЦБК работает цех по получению осахаренных древесных кормов. Гидротермическая обработка древесной щепы, предварительно увлажненной слабым раствором кислоты, производится в дефибраторах при давлении 1,2—1,5 МПа и температуре 180—190 °С. Работают десятки цехов по осахариванию соломы указанным способом в автоклавах [2]. С 1978 г. на Бокситогорском заводе работает цех по осахариванию торфа. Гидробаротермическую обработку торфа производят в автоклавах при температуре 170...180 °С и давлении 1,2...1,3 МПа [3].

Гидробаротермическая обработка целлюлозосодержащих отходов может осуществляться в автоклавах вертикального и горизонтального действия, в экструдерах, дефибраторах и других аппаратах повышенного давления.

Технологический процесс осахаривания целлюлозосодержащего сырья складывается из следующих основных операций: измельчение, увлажнение, выдержка при высоких температурах и давлении, подготовка к скармливанию.

В зависимости от вида используемого сырья его дополнительно измельчают до размера частиц 2...6 мм, опилки используют в натуральном состоянии. Процесс гидролиза гемицеллюлоз проходит более полно, если влажность обработанного сырья не менее 65...70 %. Частично сырье доувлажняется образующимся конденсатом при выходе аппарата на рабочие параметры, влажность сырья в процессе прогрева аппарата поднимается на 5...10 %, поэтому исходная влажность должна быть 55...65 %. Увлажнение сырья производят в специальном смесителе или дозированной подачей воды в аппарат при загрузке в него древесного сырья. Гидробаротермическую обработку сырья производят при давлении 4..20 атм, температуре 130...210 °С, времени воздействия от 5 мин до 4 ч в зависимости от аппаратного оформления процесса. По окончании процесса осахаривания сырья и сбросе давления из аппарата сливают конденсат. Ввиду того, что в конденсате содержатся питательные вещества (сахара, минеральные вещества, витамины, протеин), его можно использовать в качестве кормовой добавки для спайвания животным [2], можно выращивать на нем кормовые дрожжи или использовать для увлажнения исходного сырья.

Полученный осахаренный древесный корм можно непосредственно скармливать животным в виде смесей с другими кормами или подвергать сушке [5].

Опыты по осахариванию проводили с осиновыми, березовыми и хвойными древесными опилками, еловой корой и древесным волокном в автоклавах с электрообогревом емкостью 5...10 л. Сырье увлажняли в отдельном смесителе, добавляя определенное количество воды, и загружали вручную в контейнеры. Продолжительность выхода на рабочие параметры 10...20 мин с двумя сдвухами.

Характеристика осахаренного корма дана в табл. 2, содержание фурфурола во всех видах сырья после обработки 0,04... 0,08 %, что ниже предельно допустимых величин по ГОСТу (0,01 %).

Таблица 2

Отходы	Технологические параметры		Содержание сахаров в гидробаротермически обработанных древесных отходах при продолжительности обработки, ч					
	T, °C	P, атм	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Опилки осиновые	145	6	4,06	5,22	6,53	8,03	6,00	5,00
159	8	—	—	8,74	—	8,15	—	—
» сосновые и еловые	145	6	—	5,03	—	7,90	6,53	—
159	8	—	—	9,08	—	8,94	—	—
» березовые	145	6	—	—	5,50	7,94	7,84	—
159	8	—	—	8,54	—	8,81	—	—
Ветви одногодичные (ивы, ольхи, березы)	135	4	—	—	—	6,15	6,90	—
145	6	—	—	8,75	—	9,94	10,84	—
159	8	—	—	11,05	—	10,90	—	—
Ветви трехгодичные (ивы, ольхи, березы)	135	4	—	—	—	—	5,15	—
145	6	—	—	—	—	8,09	9,00	—
159	8	—	—	—	—	8,51	—	—
Кора ели	135	4	—	8,94	—	—	8,09	—
145	6	—	—	8,18	9,40	7,15	—	—
159	8	—	8,10	7,51	—	—	—	—
Древесное волокно (смесь хвойных и лиственных пород)	135	4	—	—	—	5,81	6,15	—
145	6	—	—	—	—	8,15	9,01	—
159	8	—	—	9,95	—	9,00	—	—

Примечание. Содержание сахаров в исходном необработанном сырье составляло (% на абс. сухое вещество): в осиновых опилках 0,24; в березовых — 0,18; в одногодичных ветвях — 2,82; в трехгодичных — 1,95; в еловой коре — 1,95. Влажность исходного сырья во время обработки 65,0... 72,3 %.

В результате гидробаротермической обработки содержание моносахаридов в сырье возрастает более чем в 10 раз и достигает 12... 14 %.

Для ускорения процесса осахаривания в сырье при увлажнении можно добавлять катализаторы: минеральные и органические кислоты в количестве 0,1... 0,2 % от обрабатываемой массы сырья. Добавка катализатора сокращает процесс обработки в 1,5... 2,0 раза. Наибольшее содержание сахаров отмечается в одногодичных ветвях и еловой коре, что полностью соответствует повышенному содержанию легкогидролизуемых полисахаридов в исходном сырье. Оптимальные параметры обработки: давление 6... 8 атм, температура 145... 160 °C, продолжительность обработки 2... 3 ч. При увеличении продолжительности обработки содержание сахара возрастает незначительно, но повышается количество фурфурола. Так, например, при увеличении времени обработки торфа при 8 атм с 3 до 5 ч содержание фурфурола возрастает в два раза (с 0,06 до 0,12 %). Фурфурол — токсическое вещество, количество его в кормовых добавках подлежит строгой регламентации. Содержание его в объемистых и грубых кормах не должно превышать 0,1 %.

Все виды осахаренных кормовых добавок прошли токсикологическую оценку и зоотехнические испытания, на добавки разработаны и утверждены следующие технические условия: для кормовой осахаренной древесно-волоконистой массы — ТУ 46 РСФСР 258—82; корма осахаренного из древесины — ТУ 46 РСФСР 257—82; корма из коры — ТУ 46 259—82; полуфабриката кормового из коры осины — ТУ ОП 13-64-13-81, муки кормовой из лесного сырья — ТУ 46 РСФСР 256—82; лесного комбикорма ТУ 46 РСФСР 254—82.

Рациональное использование целлюлозосодержащих отходов на кормовые и другие цели позволяет одновременно решить ряд задач: укрепить и пополнить недостающими кормами кормовую базу животноводства; утилизировать разнообразные отходы леса, содействуя тем самым полному комплексному использованию лесных ресурсов; предупредить загрязнение этими отходами окружающей среды.

Вовлечение отходов лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности в сферу использования позволяет создать специальную систему круглогодичного производства дополнительных кормов и кормовых добавок, дифференцировать их производство по зонам страны с учетом местной сырьевой базы, «узких мест» в кормовом балансе, потребностей хозяйств и тем самым обеспечить устойчивое гарантированное производство необходимых ресурсов кормов требуемого качества независимо от погодно-климатических условий.

Вместе с тем будут созданы необходимые условия для полной утилизации биомассы леса, повышения реального вклада лесной отрасли промышленности в успешное решение задач Продовольственной программы.

Развертывание производства и использования кормовых продуктов из древесных отходов особенно перспективно в Нечерноземной зоне, в ряде лесных районов Севера и Востока страны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Повышение питательности малоценных кормов: Сб. науч. тр./ Отд-ние ВАСХНИЛ по Нечерноземной зоне РСФСР.— Ленинград — Пушкин, 1981.— Вып. 5.— 186 с. [2]. Получение и использование осахаренной соломы/ З. М. Науменко, Л. К. Эрнст, С. И. Ладинская и др.— Минск: БелНИИНТИ и ТЭИ Госплана БССР, 1981.— 180 с. [3]. Проблемы кормового использования лесных ресурсов: Сб. тр. Всесоюз. акад. с.-х. наук.— Л., 1979.— С. 32—43. [4]. Производство и использование гидролизного сахара в животноводстве/ Л. К. Эрнст, З. М. Науменко, Н. П. Руденко и др.— М.: Россельхозиздат, 1982.— 206 с. [5]. Эрнст Л. К., Науменко З. М., Ладинская С. И. Кормовые продукты из отходов леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— С. 78—79.

Поступила 24 апреля 1986 г.