

**Дернович А.В. Вишнеvский К.В., Войтов И.В.**  
(Белорусский государственный технологический университет)

## **ПРОДУКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

В результате санкционного давления возникла проблемы с использованием щепы и появился избыток спелых мягко лиственных лесов подлежащей заготовке, так как в противном случае древесина потеряет свои потребительские качества. Годовой объем заготовки древесины такого типа оценивается в 3–5 млн. м. куб.

Поэтому необходимо сделать ревизию научно-технических наработок организаций Республики и найти, или определить объекты для их применения и внедрения. Необходимо также выполнить анализ потенциала работающих предприятия химического и микробиологического профиля для внедрение научно-технических наработок, посмотреть на возможность восстановления ранее остановленных производств с использованием современных достижений науки и технологии.

Ограниченность ископаемых углеводородных ресурсов вынуждает вернуться к возобновляемым традиционным источникам сырья, присматриваться и находить новые, которые могут обеспечить устойчивое и рациональное удовлетворения потребностей в энергии и материалах. Для этого, доступность, цены и свойства продуктов из возобновляемых источников должны быть конкурентоспособными по сравнению с продуктами, которые вырабатывают сегодня из ископаемого углеводородного сырья. В этом аспекте потенциал растительного мира практически не исчерпаем, а с учетом имеющихся достижений биотехнологии и углубленного развития технологий химической переработки и биологии открывает свои возможности как потенциальное сырье химического синтеза. В стране существует большой потенциал вовлечение в производственную сферу отходов лесопиления и деревопереработки и сельхозпредприятий, т.н. целлюлозосодержащего сырья.

Огромным и существенным преимуществом целлюлозосодержащего растительного сырья является его возобновляемость. Лесные массивы и кустарниковые насаждения участвуют в естественном круговороте углерода. Деревья, кустарники и растения поглощают углекислый газа, превращают его в органические вещества, что препятствует накоплению его в атмосфере. Продукты из растительного сырья и их отходы прекрасно ассимилируются природными экосистемами.

Процесс изъятия целлюлозосодержащего сырья и воспроизводства растительной биомассы создает постоянную сырьевую массу, которая вовлекается в производственную сферу и способствует устойчивому развитию.

Несомненно, дальнейший рост цен на нефть и газ является дополнительным стимулом для возобновления производства из этилового спирта (биоэтанола), полученного из растительного сырья, производства бутадиена и синтетических каучуков на его основе, которые использовали в прошлые годы, рисунок 1.



**Рисунок 1 – Схема получения бутадиена**

Технологические процессы химической переработки целлюлозосодержащего сырья позволяют получать из целлюлозы и гемицеллюлозы востребованные конечные продукты и продукты, идущие в дальнейшие переделы. Ряд таких процессов давно используется в промышленных масштабах, и сфера их применения постоянно расширяется. Современные химические технологии и биотехнологии переработки целлюлозосодержащего сырья позволяют заменить до 50 % углеводородного сырья для устойчивого развития химической промышленности.

Один из вариантов решения проблемы, мы видим, в создание производственного кластера для переработки древесных отходов и щепы, малоценных мягколиственных пород, тонкомера с рубок ухода и отходов сельхозпредприятий методом гидролиза.

Прекращение деятельности гидролизных заводов привело к резкому падению производства не только технических спиртов и растворителей, кормового белка (гидролизных кормовых дрожжей). Сократилось и производство глюкозных сахаров – сырья для производства антибиотиков. И это лишь неполный перечень причин, по которым возрождение гидролизных заводов Беларуси является проблемой, требующей решения, нам нужны биотехнологии потому, что у нас мало нефти и достаточно современное и развитое сельское хозяйство.

Переработка целлюлозосодержащего сырья методом гидролиза позволяет получать массу ценных и востребованных на рынке продуктов, а также продукты, которые используются в других отраслях промышленности в качестве исходного сырья. К этим продуктам необходимо отнести: этиловый спирт технический (биоэтанол), фурфурол, угольная кислота, кормовые дрожжи и на их основе белковые витаминные добавки с различными функциональными свойствами за счет обогащения витаминами различных групп, белок пищевой, микробный жир и другие.

Гидролизные кормовые дрожжи вследствие высокого содержания в них полноценных, хорошо усвояемых белков, биологически активных веществ, витаминов, ферментов, гормонов и микроэлементов применяются в качестве корма для животных и птиц и входят в состав кормов для рыб. Добавка кормовых дрожжей к растительным кормам, богатым углеводами, значительно улучшает их качество и повышает биологическую ценность.

Гидролизные кормовые дрожжи по питательности и усвояемости не уступают кормам животного происхождения. В дрожжах содержится 46-54% белка, который в свою очередь содержит жизненно необходимые незаменимые аминокислоты. В кормовых дрожжах содержатся также ценные для животных и птиц макро- и микроэлементы. Гидролизное производство в промышленных масштабах позволяет производить дрожжи обогащенные витаминами Д и А. Содержащиеся в дрожжах ферменты, гормоны и другие продукты микробиологического синтеза играют важную роль в улучшении обмена веществ в организме животных и птиц.

Одним из наиболее ценных и высоколиквидных продуктов переработки целлюлозосодержащего сырья является фурфурол - органическое соединение гетероциклического ряда, который получается по схеме, рисунок 2. Фурфурол в настоящее время получают только методом гидролиза из растительного сырья, другого метода получения фурфуrolа в промышленных масштабах не существует.

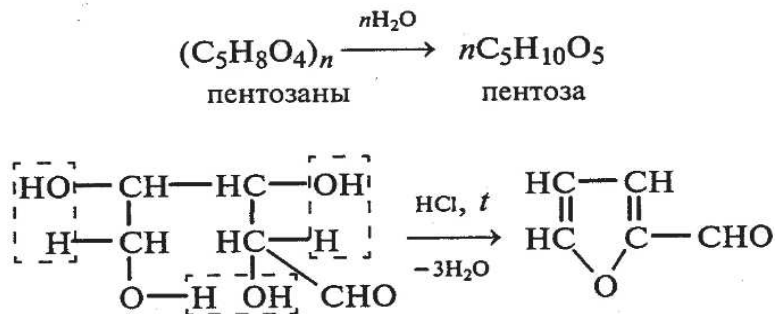


Рисунок 2 – Схема получения фурфуrolа из целлюлозосодержащего сырья

Большое количество фурфуrolа применяется при синтезе многочисленных его производных, применяемых в медицине, сельском хозяйстве и прочих областях. Фурфуrolа используются для синтеза фурфурилового спирта, на основе которого получают смолы для литейного производства

Наиболее важные в практическом отношении производные получают (рисунок 3) путем гидрирования и декарбонилирования фурфуrolа (77). К продуктам, производимым в промышленном масштабе, относятся: силван (80), фуран (81), тетрагидрофуран (ТГФ, 82), фурфуриловый (ФС, 83) и тетрагидрофурфуриловый (ТГФС, 84) спирты.

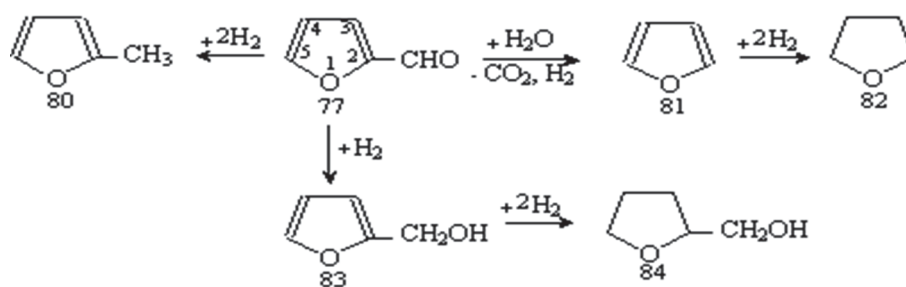


Рисунок 3 – Схема получения производных фуранового ряда

Биоэтанол (этанол) и фурфурол могут быть использованы в химической промышленности для получения широкого спектра ценных продуктов, в самых различных синтезах.

Отхода гидролизного производства – лигнин, нашел широкое применение для получения большого ассортимента продукции: активированные угли, сорбенты для очистки промышленных стоков и розлива нефтепродуктов, медицинские и ветеринарные сорбенты, лигнин является сырьем для производства нитролигнина, который снижает вязкость глинистых растворов, используемых в процессе бурения скважин а также лигнин используется в органо-минеральных удобрениях, структурообразователях для естественных и искусственных почв, в качестве добавки в асфальтобетоны (изготовление лигнино-битумных растворов, топливные брикеты и пеллеты, преобразователь ржавчины.

Перечень продуктов получаемых методом гидролиза из древесного (целлюлозосодержащего) сырья представлен на схеме рисунок 4.

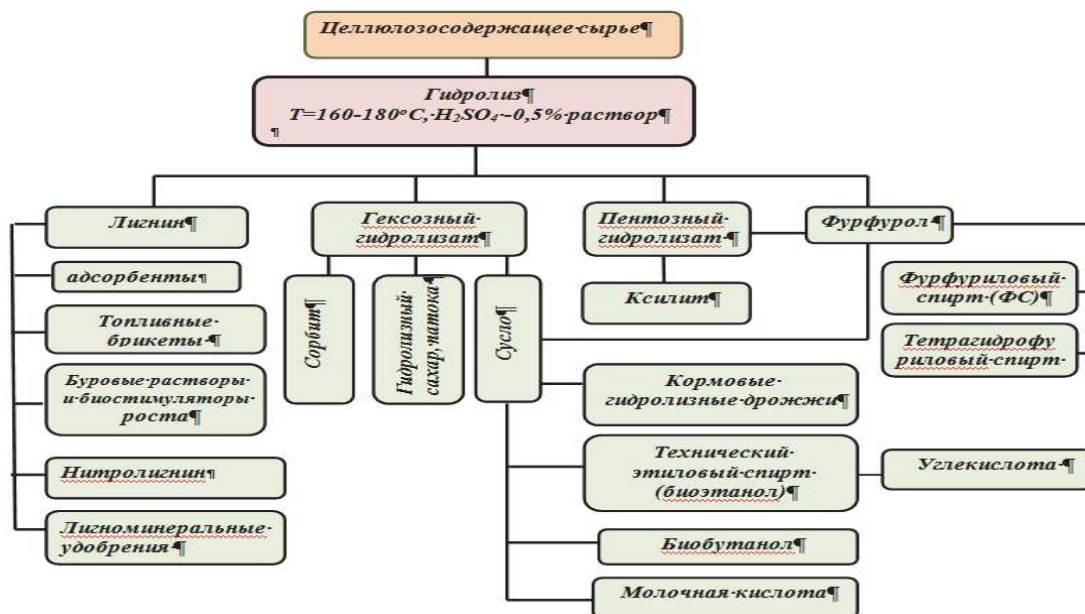


Рисунок 4 – Схема получения продукции при переработки древесного (целлюлозосодержащего) сырья методом гидролиза

На наш взгляд решение проблемы состоит в создании производственного кластера для переработки древесных отходов и щепы, малоценных лиственных пород и отходов сельскохозяйственных предприятий методом гидролиза. Это позволит значительно укрепить продовольственную безопасность страны и увеличить экспортный потенциал перерабатывающей и химической промышленности.

УДК 502.3

**Лихачева А.В., Шпиталева Х.И.**

(Белорусский государственный технологический университет)

### **ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ИЗ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА**

В Республике Беларусь на Речицком и Бобруйском гидролизных заводах ежедневно образуется около 800 тонн лигнина, а за год образуется и вывозится на полигон захоронения более 280 тыс. тонн. Количество образования гидролизного лигнина в республике требует кардинальных решений по способам его переработки.

Гидролизный лигнин представляет собой сложную смесь веществ гидролитического распада древесных остатков, содержащую лигнин, часть трудногидролизуемых полисахаридов, редуцирующих веществ, смолы, зольные элементы, остатки серной и органических кислот, влагу.

Данный отход является побочным продуктом производства, образуется после завершения процесса гидролитического разложения (варки) в основном хвойного древесного сырья в гидролизаторах в присутствии слабого раствора серной кислоты (0,5–0,6 % в дрожжевом производстве и 0,7–0,85 % в спиртовом производстве). Выход его составляет 38% от массы исходного сырья.

Проблема переработки гидролизного лигнина существует с момента создания гидролизного производства. За время функционирования данного производства на объектах хранения гидролизного лигнина, несмотря на усилия предприятий по его переработке, в Республике Беларусь, по различным данным, накопилось от 4 до 7 млн. тонн.

Существующие способы обращения с гидролизным лигнином не позволяют на данный момент перерабатывать все количество образующихся отходов. Поэтому целью выполненных исследований являлось получение сорбента для очистки сточных вод из гидролизного лигнина.

В качестве объекта исследования использовали гидролизный лигнин, который образовался на ОАО «Бобруйский завод биотехнологий»