

# Солома - это нефть\*



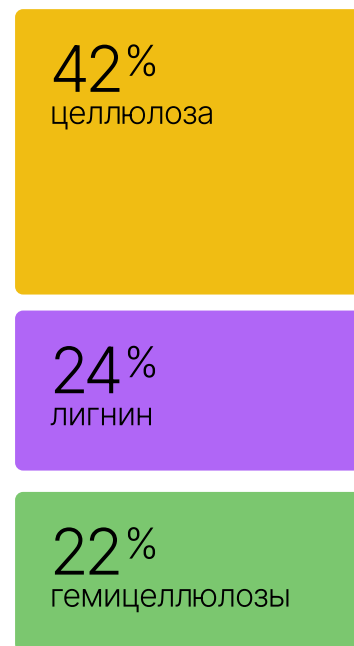
\* если правильно приготовить

# Одна тонна соломы - это 30 тыс. рублей добавленной стоимости



Солома — самый распространенный растительный отход сельскохозяйственного производства с огромным потенциалом переработки в коммерчески востребованные продукты. Солома состоит из полезных компонентов: целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин, которые могут быть использованы для производства бумаги, картона, биоразлагаемой упаковки, биопластика:

## Состав соломы<sup>1</sup>



## Производимые продукты



## Перспективные продукты



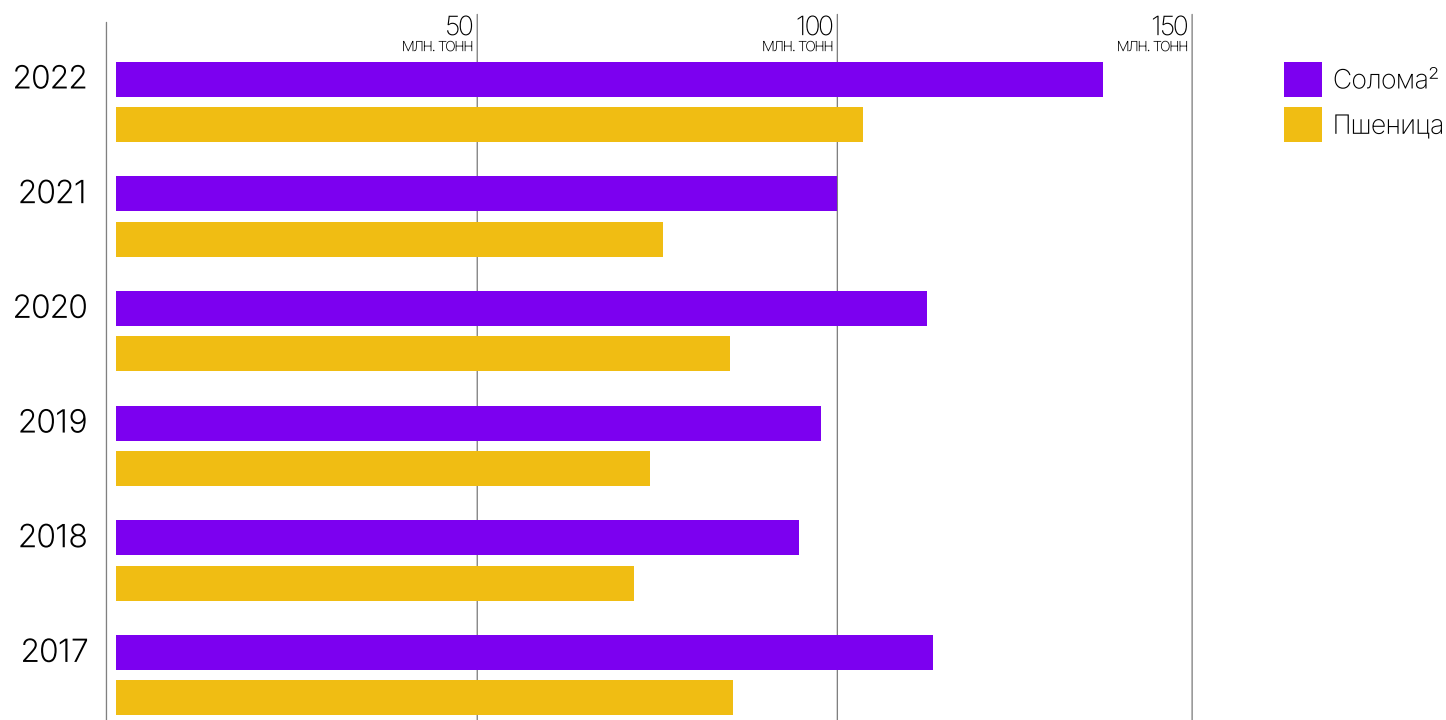
<sup>1</sup> Кулев И.Г. Производство соломенной массы. - М.: Гос-е лесное техн-ое изд-во, 1933

# Соломы много

## В стране избыточные ресурсы растительного сырья

Солома — самый распространенный растительный отход сельскохозяйственного производства с огромным потенциалом переработки в ценные продукты. В перспективе солома станет сырьевой базой экономики замкнутого цикла и экологичного потребления.

Ежегодно в стране производится 100 миллионов тонн соломы:<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии). Федеральная служба государственной статистики. <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13277>

<sup>2</sup> Количество соломы вычислено расчетным методом с применением средневзвешенного коэффициента 1,3 к объему произведенной пшеницы.

# Использовать традиционные технологии НЕ ВЫГОДНО



«Солома злаков в настоящее время в гидролизном производстве не применяется, хотя из-за избыточных ресурсов неоднократно предпринимались попытки использования её в качестве сырья.»<sup>1</sup>

Перерабатывать солому вместо древесного сырья в СССР было затруднительно. И в настоящее время, при наличии колоссального объема растительного сырья, используемые технологические решения не позволяют сделать производство рентабельным. Основные затруднения:



## Хранение сырья

Основными трудностями применения соломы является рассредоточенность злаковых полей, сезонность заготовок и необходимость хранения значительных запасов легкозагнивающего сырья, низкая насыпная плотность, затрудняющая транспортировку соломы.<sup>2</sup>

С учетом климата средней полосы России, максимальная мощность предприятия по переработке соломы не превышает 200-250 тыс. тонн в год.



## Экология

Традиционные способы варки в производстве используют токсичные химикаты. Для их утилизации нужны дорогостоящие очистные сооружения и объемные резервуары для варочного раствора. При малых объемах переработки стоимость таких сооружений превышает стоимость самого оборудования для варки.



## Рентабельность производства

В отличие от дерева солома не однородна по своей структуре. Содержание определенного компонента в стебле сильно зависит от сорта злака, внесенных удобрений, сезонности урожая и влажности хранения.

Важен технологический контроль процесса варки с возможностью его тонкой настройки под сорт перерабатываемой соломы. Такой вариативный подход позволяет максимизировать производство компонента, преобладающего в определенном сорте злака.

<sup>1,2</sup> Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств. Учебник для вузов. - М.: Лесн.пром-сть, 1989

# История наших исследований

## ПОИСК ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВАРКИ СОЛОМЫ

В 2012 году наша команда участвовала в создании завода по производству туалетной бумаги из соломы. Проект был реализован на базе китайского оборудования (традиционная натронная варка).

Основные трудности с таким производством выявились уже на этапе проектирования: главная проблема была связана с утилизацией отходов - варочный раствор и химикаты использовались один раз и огромное количество воды нужно было очищать после каждого использования. Производство оказалось не экологичным и существенно затратным.

Разочарование в эффективности традиционных технологий варки для переработки соломы стало причиной многолетних исследований и поиска альтернативных решений.

С учетом особенностей хранения соломы и ее структуры были определены ключевые критерии эффективности:



### Модульность технологического решения

Оборудования для варки соломы строятся по модульному типу: каждый модуль обладает производственной мощностью 100 тонн в сутки. Это позволит комплектовать производство с учетом сырьевой базы, климата и эффективного радиуса.



### Экологичность

Решение работает на замкнутом цикле водооборота с минимальными отходами. Варочный раствор регенерируется и используется повторно.



### Производственная эффективность

Варочный процесс контролируется и изменяется в зависимости от типа сырья. Это позволит менять параметры варки и экономить варочный раствор, либо производить альтернативные продукты.

Мы исследовали более 700 патентов и 1,3 тысячи публикаций. Провели десятки консультаций с изобретателями и инжиниринговыми компаниями по всем миру.

В итоге наш научный советник д-р Пратима Байпай определила направление дальнейших исследований: с учетом указанных критериев наиболее перспективным стала органосольвентная варка.

# Преимущество органосольвентной варки лучшего способа варки соломы

Органосольвентный метод делигнификации (удаление лигнина из целлюлозной массы) использует органические растворители - например, спирт, уксусная или муравьиная кислота. В отличие от традиционного химического способа варки, где базовым компонентом выступают сильные кислоты: сульфиды и сульфаты (соли серной кислоты) или едкие щелочи (натр, каустическая сода); органические растворители существенно менее токсичны. Сам процесс варки более мягкий и растворители можно восстанавливать для повторного использования.

Главные преимущества:



## Экологичность

Органические растворители имеют низкую токсичность и более безопасны для окружающей среды. Это существенно снижает выбросы загрязняющих веществ и уменьшает негативное воздействие. Кроме того, этот процесс позволяет уменьшить потребление энергии, поскольку органические растворители могут работать при более низких температурах, чем химические реагенты, используемые в традиционных методах варки.

В органосольвентном процессе растворители могут быть восстановлены и использованы повторно - это снижает затраты на материалы и уменьшает объем отходов. Такая технология экономически эффективнее и более устойчива с точки зрения производства.



## Производственная эффективность

Органосольвентный процесс менее затратный и более эффективный в извлечении ценных компонентов из соломы. Органические растворители способны разлагать и высвобождать целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин с высокой степенью чистоты. Полностью перерабатывать сырье и максимизировать его потенциал для производства широкого спектра продуктов: бумага, картон, упаковочный материал, биопластики и биотопливо.

# Алангрин Сольволиз

## технология глубокой переработки соломы

Первоначально в 2017 мы планировали сотрудничество и лицензирование разработок Киевского политехнического института, научной группы под руководством В.А. Барбаша.<sup>1</sup> Из-за политической ситуации сотрудничество прекратили. Поиск конструкторских решений был направлен на отечественные разработки.

В результате глубокого патентного анализа и авторских свидетельств советского периода было обнаружено перспективное конструкторское решение В.С. Кротова<sup>2</sup> и его модификация, разработанная в Ленинградском технологическом институте целлюлозно-бумажной промышленности учеными: А.В. Буров, А.В. Бейгельман, С.М. Мальцев, Т.С. Солдатенкова, Т.Л. Луканина и Э.П. Терентьева<sup>3</sup>.

Алангрин Сольволиз - технология окислительной органосольвентной варки, реализация французского CIMV<sup>4</sup> процесса на базе модифицированных нами конструкторских решений А.В. Булова, А.В. Бейгельмана и С.М.Мальцева.<sup>5</sup> Ключевая особенность разработки - контролируемый технологический процесс и регенерация варочного раствора. В зависимости от характеристик сырья процесс варки изменяется для получения чистого и качественного продукта.

### Преимущества технологии Алангрин Сольволиз:



#### Модульность установки

Установка Алангрин разрабатывается как модульная система. Рабочие элементы всего процесса варки объединены в производственный узел с возможностью их расширения для изменения мощности переработки. В зависимости от расположения, условий хранения и объемов заготовки сырья, производство может комплектоваться несколькими установками или одной установкой повышенной мощности.

<sup>1</sup> Патент UA 58262. Способ получения органосольвентных волокнистых полуфабрикатов. 2011

<sup>2</sup> Авторское свидетельство № 781242. Установка для производства волокнистого полуфабриката. 1974

<sup>3</sup> Авторское свидетельство SU 1649005. Способ получения целлюлозы. 1987, Авторское свидетельство SU 1677121. Способ получения целлюлозы. 1989

<sup>4</sup> Compagnie Industrielle de la Matière Végétale. <https://www.cimv.fr/>

<sup>5</sup> Патент РФ №2037000. Способ получения волокнистого полуфабриката. 1992

# Алангрин Сольволиз

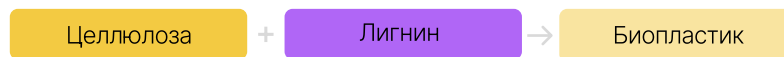
## технология глубокой переработки соломы

Главная особенность разработки - контролируемый технологический процесс, для использования вариативных режимов варки с избирательным удалением отдельных компонентов для производства продукции с дополнительными свойствами: повышенная прочность материала, высокая степень очистки компонента.

Учитывая химические свойства соломы и внутренней структуры стебля возможно настроить процесс варки для получения целлюлозы с гидрофобными свойствами. Это дает возможность производить картон или упаковочный материал повышенной прочности:



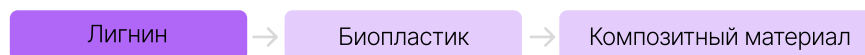
Другая вариация предусматривает создание композитного материала из целлюлозы и лигнина для производства биоразлагаемого пластика:



Разработка установки предусматривает создание модифицированных версий для получения перспективных продуктов: гидроцеллюлозы для изготовления целлофана и вискозы.



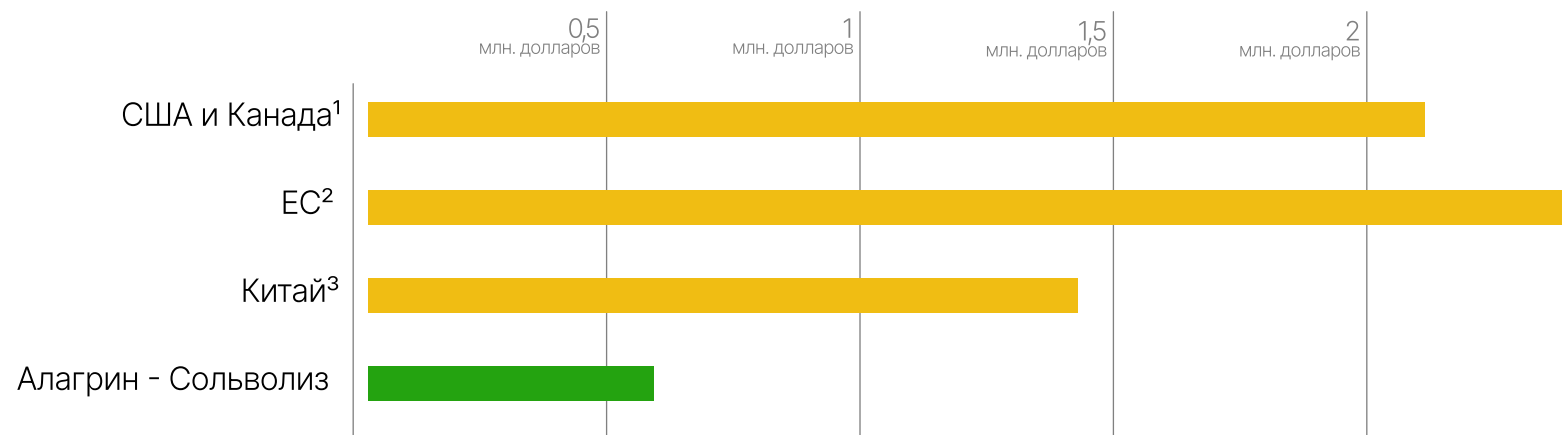
Органосольвентный лигнин более чистый и не токсичный в сравнении с лигнином, получаемым традиционными способами. Это природный полимер, который можно использовать как биопластик и композитный материал в строительстве, производства мебели.



# Алангрин Сольволиз

## доступная технология для широкого потребителя

С 2012 года совместно с д-р Пратима Байпай мы отслеживали и анализировали все проекты в мире по созданию производств переработки соломы. На основе полученных данных и консультаций учитывали стоимость реализации проектов. Составили сравнительный рейтинг стоимости оборудования в пересчете на 1 тысячу тонн переработки:



В разработке нашей технологии используются решения из смежных отраслей и композитные материалы отечественного производства. Ключевой задачей проекта является радикально низкая стоимость оборудования. Малый бюджет, модульность и вариативность варочного процесса позволят использовать решение для производства коммерчески востребованных продуктов из отходов сельского хозяйства. В перспективе, наша разработка станет важным звеном в экономике замкнутого цикла.

Разрабатываемая технология призвана стать самой доступной в мире, позволит экспортировать российское решение в страны БРИКС, Латинской Америки и Африки для производства биоразлагаемой упаковки, обеспечения экономики замкнутого цикла.










<sup>1</sup> Columbia Pulp <https://columbiapulp.com/>

<sup>2</sup> Chempolis <https://chempolis.com/>

<sup>3</sup> Hainan Jinhai Pulp & Paper Co Ltd <http://www.appjh.com.cn/>

# Алангрин Сольволиз

## дорожная карта проекта

|   |             |  |
|---|-------------|--|
|    | 2012        | Проектирование и строительство завода по производству туалетной бумаги из соломы в Татарстане.   |
|    | 2013 - 2016 | Научные и патентные исследования эффективной варки соломы. Собственные лабораторные исследования соломы и другого растительного сырья.   |
|    | 2015 - 2017 | Консультация, проектирование пилотного производства на основе разработок Киевского политехнического института.   |
|   | 2017 - 2019 | Научные и патентные исследования конструкторских решений органосольвентной варки советских и российских разработок.  |
|   | 2019 - 2020 | Лабораторные исследования органосольвентной варки, проектирование и создание испытательной установки.  |
|   | 2021 - 2022 | Научные и патентные исследования конструкторских решений в области гидролизного производства, производства этилового спирта и нефтепереработки для применения в проекте.         |
|  | 2023        | Создано юридическое лицо для финансирования НИОКР опытного производства.   |
|  | 2023 - 2024 | Лабораторные исследования растительного сырья, производимого в Татарстане и регионах партнеров проекта. Лабораторные испытания органосольвентной варки сырья процессом Алангрин. |
|  | 2024 - 2025 | Проектирование опытной установки.  |
|  | 2025        | Создание опытного производства.  |

# Солома - это нефть

если правильно приготовить  
на спирте

Алангрин Сольволиз  
технология органосольвентной варки

