

# **Производство и использование природного полисахарида арабиногалактан для кормления животных**

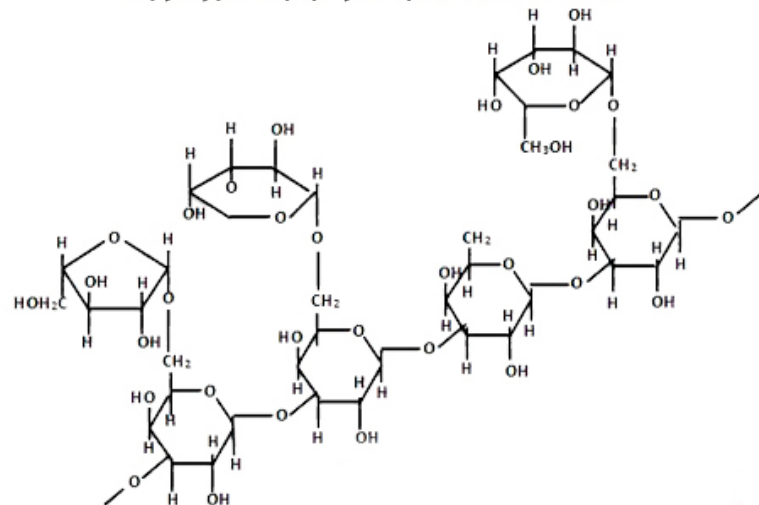
20 ноября 2019  
Форум «Грэйнтек-2019»

Аблаев Алексей Равильевич, ктн  
Компания «НаноТайга»

Арабиногалактан - водорастворимый полисахарид растительного происхождения, обладающий комплексом разнообразных ценных свойств (биологическая активность, поверхностно-активные и клеящие свойства, хорошая растворимость в воде, низкая вязкость концентрированных водных растворов), благодаря которым находит применение в медицине, пищевой, фармацевтической, косметической промышленности, в ветеринарии, а также в целлюлозно-бумажной промышленности и полиграфии

Антонова Г.Ф., Тюкавкина Н.А. Водорастворимые вещества лиственницы и возможности их использования // *Химия древесины*. 1983. №2. С.89-96. Веб-страница компании "Larex". 1999; 2000.  
Бабкин В.А., Остроухова Л.А., Малков Ю.А., Иванова С.З., Онучина Н.А., Бабкин Д.В. Биологически активные вещества из древесины лиственницы // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2001. Т.9, №3. С.363-367.

Структурная формула Арабиногалактана:



## Медицина

- в качестве иммуномодулятора, в частности, для коррекции дефектов фагоцитарной системы организма при псевдотуберкулезной инфекции;

## Фармацевтическая промышленность

- в качестве связующего при производстве таблеток;
- для повышения всасываемости лекарственных средств с низкой биодоступностью.

## Косметическая промышленность

- при изготовлении кремов и масок как эмульгатор для стабилизации масляных эмульсий;

Пищевая промышленность - используется в качестве разрешенной на территории РФ пищевой добавки E409 (стабилизатор)

- как загуститель при производстве соусов, кетчупов;
- как пищевая гемицеллюлозная добавка для улучшения деятельности желудочно-кишечного тракта

Арабиногалактаны, выделенные из сибирской лиственницы, — типичные биологически активные соединения (пребиотики), признанные перспективными для применения в медицине, фармакологии и биотехнологии.

В США они разрешены для использования в пищевых продуктах с 1974 года.

# Применение лиственничного арабиногалактана и таксифолина

Лиственничный арабиногалактан и таксифолин имеют множество применений и были одобрены во всем мире для потребления человеком и в качестве компонента корма для животных. Около 1,000 тонн в год в настоящее время производится по всему миру Lonza и Ametis.

Чтобы стать широко используемым в кормах для животных (для замены антибиотиков), его нужно производить дешевле. Технологии CelloFuel позволяют получать из лиственницы арабиногалактан (LAG) и таксифолин (DHQ) из щепы лиственницы дешевле, чем существующие технологии производства, с более высокой чистотой.

Арабиногалактан из лиственницы может устранить потребность в антибиотиках в корме для кур, что позволяет продавать курицу как органическую (что дает 50% надбавку к цене по сравнению с курицей, которой дают антибиотики). В 2020 году будет запрещено использовать антибиотики в кормах для кур в ЕС и России, поэтому арабиногалактан лиственницы можно использовать в ЕС и России для производства более здоровых цыплят.

# Богатые углеводами культуры в России

Пшеница	115 Мт / год, 78% крахмала	88,7 Мт / год
Кукуруза	13 Мт / год, 15% крахмала	1,9 Мт / год
Сахарная свекла	47 Мт/год, 16% сахарозы	7,5 Мт / год
Лиственница	129 Мт / год, 10% арабиногалактана	12,9 Мт/ год

Прирост лиственницы в России: 24950 м<sup>3</sup>, 0,52 т / м<sup>3</sup>, 12974 Мт

Предположим, можно собрать 1% в год устойчиво лиственницы  
129 Мт / год

При 10% содержания арабиногалактана продукта 12,9 Мт / год

## Проблемы извлечения арабиногалактана из лиственницы

Проблема: глубоко в тайге растут деревья, очень дорогой транспорт

Решение: Извлечь неочищенный арабиногалактан вблизи зоны вырубki.

Проблема: Арабиногалактан имеет высокую молекулярную массу,

Решение: Извлечь путем добавления 5% этанола в щепу, обработка паром

Проблема: нужна энергия для пара и для сушки неочищенного арабиногалактана

Решение: пар после сжигания щепы после экстракции арабиногалактана

Проблема: территория вырубki часто перемещается

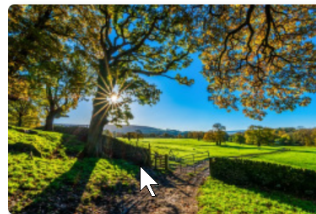
Решение: Оборудование в транспортном контейнере, недорого

Существующий, разрешенный рынок.

Мешает высокая цена.

Дигидрокверцетин и арабиногалактан для увеличения продуктивности, среднесуточного прироста, повышения устойчивости к стресс-факторам в животноводстве

Кормовая добавка Экостимул-2 для формирования и биокоррекции продуктивного здоровья животных, птицы, рыбы и пчел



Благодаря широкому спектру биологических свойств дигидрокверцетин успешно применяется при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы, особенно необходим при их разведении в экстремальных температурных режимах, а также в техногенных зонах.

**Кормовая добавка Экостимул-2** представляет собой природный биофлавоноид дигидрокверцетин (чистотой не менее 70%).

**Экостимул-2** в составе рационов кормления повышает резистентность организма, продуктивность и сохранность сельскохозяйственных животных и птицы, а также

используется при производстве заменителей цельного молока, стартерных прикормов и премиксов.

### Регистрационные документы

- Декларация о соответствии на кормовую добавку «Экостимул-2» № РОСС RU.АЕ42.Д01171 от 11.07.2016 г.
- Свидетельство о государственной регистрации кормовой добавки для животных «Экостимул-2» № ПВР-2-9.9/02502 от 12.03.2015 г.

### Спектр биологического действия Экостимул-2

- **В свиноводстве** повышает интенсивность роста и среднесуточный прирост массы в среднем на



Мобильный завод по переработке биомассы CelloFuel производит сахара из биомассы. Наш первый проект - производство арабиногалактана из лиственницы (LAG) и таксифолина (DNQ) из щепы лиственницы в США, Канаде (тамарак), России и Китае (сибирская и даурская лиственница). Мы также производим гемицеллюлозные сахара из соломы и хвойной древесины, которые затем можно использовать для производства этанола и кормов для животных.

Модуль установки представляет собой одну вертикальную трубу из HDPE, вращаемую вокруг центра тяжести с помощью цапфы. Масштабирование до более крупных масштабов включает в себя простую увеличение количества модулей и установка этих модулей туда, где выращивается биомасса. Мы ожидаем, что это масштабируется до десятков тысяч модулей, поэтому мы прилагаем все усилия, чтобы обеспечить дешевое производство каждого модуля.

# Патенты (на 15 ноября 2019)

Существует четыре семейства патентов для производства сахаров и этанола, которые были выданы в США и во всем мире, включая США, ЕС, Канаду, Россию, Китай, Мексику и Бразилию.

## Methods for fermenting carbohydrate-rich crops

[US9499839 \(USA\)](#) status: Granted

[RU2642296 \(Russia\)](#) status: Granted

[BR112016005352 \(Brazil\)](#) status: Granted

[CN107109440B \(China\)](#) status: Granted

[EP3140411 \(European Union\)](#) status: Granted, validated in 10 EU countries

[AR106148A1 \(Argentina\)](#) status: Pending  
Pending in India and Ukraine patent offices

## Method for fermenting stalks of the Poaceae family

[US9631209 \(USA\)](#) status: Granted

[RU2650870 \(Russia\)](#) status: Granted

[EP3277825B1 \(EU\)](#) status: Granted, validated in Spain, Italy, Hungary

[MX2017005160A \(Mexico\)](#) status: Granted

[CN107849585B \(China\)](#) status: Granted

[BR112017008075A2 \(Brazil\)](#) status: Accelerated examination

IN201717012771 filed with India Patent Office  
Accelerated examination in Ukraine patent office

## Methods and apparatus for separating ethanol from fermented biomass

[US10087411 \(USA\)](#) status: Granted

[RU2685209 \(Russia\)](#) status: Granted

[CA3025016A1 \(Canada\)](#) status: Accelerated examination

[CN109414627A \(China\)](#) status: Accelerated examination  
Granted by Ukraine patent office

IN201817037964 filed with India patent office (first examination report received)

Accelerated examination in EU, Mexico and Brazil patent offices

## Methods and systems for producing sugars from carbohydrate-rich substrates

[US9194012 \(USA\)](#) status: Granted

[RU9194012 \(Russia\)](#) status: Granted

[CA2884907 \(Canada\)](#) status: Granted

[CN105283468 \(China\)](#) status: Granted

[EP3004178 \(European Union\)](#) status: Granted, validated in 7 EU countries

Известен способ (RU 2143437 С1), согласно которому арабиногалактан извлекают из измельченной технологической щепы лиственницы водной экстракцией при температуре 80-90°C в режиме непрерывной циркуляции в течение 2 ч. после удаления из нее дигидрокверцетина (ДКВ) органическим растворителем и сушки щепы в щадящем режиме. Водный экстракт АГ концентрируют при пониженном давлении, обрабатывают водными растворами коагулянта - сульфата алюминия и флокулянта "Sunfloc" с последующей фильтрацией и осаждением АГ четырехкратным объемом этилового спирта, декантацией надосадочной жидкости, промыванием осадка спиртом и высушиванием.

Недостатками этого способа являются:

- высокие энергозатраты на концентрирование водного экстракта АГ методом выпаривания при пониженном давлении;
- специальные условия хранения и особый режим работы с ним;
- использование совместно с флокулянтом коагулянта, что удорожает процесс и ведет к загрязнению продукта.

Наиболее близким к предлагаемому является способ получения арабиногалактана из древесины лиственницы, заключающийся в экстракции древесины лиственницы водой в течение 1 ч. при температуре 95°C, фильтрации и центрифугировании от тонких механических примесей, обработке экстракта полиамидным сорбентом в турбулентном режиме с последующей фильтрацией, концентрировании фильтрата ультрафильтрацией и выделении целевого продукта распылительной сушкой (RU 2143437 С1).

Этот способ имеет существенные недостатки:

- для получения АГ используется необессмоленная древесина лиственницы, что приводит к потере чрезвычайно ценного продукта дигидрокверцетина и не обеспечивает достаточной чистоты экстракта АГ;
- многоступенчатость процесса и использование дорогостоящего оборудования (центрифуг непрерывного действия);
- использование порошкообразного полиамидного сорбента, требующего частой регенерации и не имеющего промышленного производства в РФ;
- использование для регенерации полиамидного сорбента больших количеств метилэтилкетона - токсичного, легковоспламеняющегося и дорогого органического растворителя;
- невысокая степень концентрирования экстракта ультрафильтрацией (содержание АГ в концентрате 10.5%).

В настоящее время промышленного производства арабиногалактана в России нет. В связи с внедрением технологии получения из древесины лиственницы дигидрокверцетина экстракт АГ стал отходом производства и поступает в сточные воды.

Технологии CelloFuel производят сахара и этанол из биомассы вблизи места выращивания биомассы, что исключает затраты на транспортировку биомассы в более централизованное место.

Технологии CelloFuel можно масштабировать до промышленных размеров, но они одинаково эффективны в масштабе фермы. Наш первоначальный продукт - это масштабный продукт, который масштабируется путем параллельной репликации на сотни модулей.

Модули CelloFuel вводят реагенты в сырье, богатое сахаром, при необходимости деполимеризуя лигнин, при необходимости деполимеризуя гемицеллюлозу, и экстрагируя полимерные и мономерные сахара с помощью полунепоточной противоточной экстракции.

Модули CelloFuel опционально могут быть собраны в серии от 4 до 8 модулей для полусерийного противоточного извлечения сахаров. Каждый модуль использует запатентованный вакуумный цикл с ферментативным гидролизом для ускорения экстракции сахаров из биомассы в объемную жидкость.

Модули CelloFuel могут дополнительно ферментировать мономерные сахара до этанола внутри биомассы. Модули CelloFuel производят водный этанол с содержанием спирта от 80 до 95% по объему (ABV). Это может быть использовано для производства питьевого этанола, топлива для двигателей и топлива для приготовления пищи. Этот водный этанол можно транспортировать на центральный нефтеперерабатывающий завод для дальнейшего производства транспортного топлива или более ценных химикатов.

Портативный завод по переработке биомассы CelloFuel сделан из нескольких модулей CelloFuel, каждый из которых изготовлен из вертикальной трубы из HDPE. Трубы нагружаются вращением трубы вокруг ее центра тяжести на цапфе. Вращение труб используется для погрузки и разгрузки биомассы.

Модули CelloFuel - это недорогие вакуумные емкости, в которых используются пищевые материалы - HDPE и нержавеющая сталь. Их можно быстро собрать рядом с местом сбора биомассы.

Модуль CelloFuel разработан для очень дешевого производства и может быть собран и разобран с помощью ручного инструмента - отвертки и гаечного ключа. Недорогая прокладка используется для герметизации торцевых крышек с помощью гофрированной трубы из HDPE. Для изготовления торцевых крышек, центрального пояса и цапфы требуется некоторая резка металла, металлопрокат и немного сварки, все остальное можно сделать с помощью металлической пилы и сверла. Цапфа не нуждается в подшипнике. При разборке нескольких модулей CelloFuel можно эффективно транспортировать в 20-футовых транспортных контейнерах.

Верхняя и нижняя часть трубы из HDPE соединены с помощью пластин из нержавеющей стали. При использовании щавелевой кислоты с мягкой древесиной они изготавливаются из нержавеющей стали типа 444, которая устойчива к коррозии щавелевой кислотой (как и ПЭВП). Верхняя крышка имеет крышку, которая может быть снята с трубы из ПЭНД для загрузки и выгрузки биомассы. Несколько труб из HDPE монтируются в ряды, чтобы их можно было эффективно загружать и выгружать и использовать для полунепрерывного противоточного извлечения.

## Статус проекта (15 ноября 2019)

Мы проводим тестирование для оптимизации экстракции арабиногалактана из щепы лиственницы. Мы используем Патент США 10087411 с вакуумной дистилляционной колонной диаметром 75 мм, чтобы оптимизировать этот процесс. (см. ниже). Как только это будет сделано, мы приступим к испытанию вакуумной ректификационной колонны объемом 2,5 м<sup>3</sup>.



# Пилот

Была успешно построена модель модуля CelloFuel в масштабе 1/3, и мы начинаем создание полноразмерного модуля CelloFuel диаметром 1 м и высотой 6 м (при стоимости сборки менее 2000 долларов США). Модель в масштабе 1/3 имеет объем 1/2 м<sup>3</sup>, где полноразмерный модуль CelloFuel составляет 5 м<sup>3</sup>. Вот некоторые фотографии вертикальной ориентации, горизонтальной ориентации, верхней крышки и цапфы.





Свяжитесь с нами на [info@nanotaiga.ru](mailto:info@nanotaiga.ru)