

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ В РОССИИ

В.В. Аксенов

Исследованы процессы биоконверсии различных видов зерновых крахмалоносов на кормовые патоки и ферментативного гидролиза нативных крахмалов на глюкозные и мальтозные растворы. Изучены закономерности биохимического превращения различных видов зерновых крахмалоносов и нативных крахмалов в условиях гидродинамических воздействий. Предложены технологические схемы переработки местного зернового сырья в пищевых и кормовых целях.

Ключевые слова: зерновые крахмалоносы, нативные крахмалы, биоконверсия, гидродинамические воздействия, патоки.

Введение

В настоящее время все большую важность приобретает вопрос технологического перевооружения всех отраслей отечественного производства.

Сельскохозяйственная отрасль является для России одной из стратегических и стабильно развивающихся. Это подтверждается и тем фактом, что в период последнего экономического кризиса, российский агропромышленный комплекс показал общий прирост по валовому объему выпускаемой продукции.

С другой стороны для многих отраслей АПК необходимо технологическое обновление, и начинать необходимо с прорывных технологий.

В последнее время в России собираются стабильно высокие урожаи зерновых. Так, в 2009 г. было собрано более 100 млн. т зерновых при общей потребности 60-65 млн. т Государственной закупки зерна в 2009 г. практически не было, так как на элеваторах лежало интервенционное зерно 2005-2008 гг., за хранение и поддержание кондиционных свойств которого ежемесячно тратилось около 1 млрд руб. бюджетных средств.

Намерения по увеличению экспорта российского зерна с целью снижения нагрузки на элеваторы ограничены следующими факторами:

- отсутствием специализированных морских терминалов;
- острой нехваткой железнодорожных зерновозов;
- низкой пропускной способностью российских железных дорог;
- невысоким качеством российского зерна;
- устоявшимся мировым зерновым рынком;

- неудовлетворительной логистикой по доставке зерна (особенно из регионов Сибирского федерального округа).

На наш взгляд вывозить стратегическое сырье, каковым является зерно, экономически нецелесообразно, так как подвергая его глубоким переделам, можно получать высокую добавочную стоимость.

Глубокая переработка зерна может явиться тем инновационным путем, который будет способствовать развитию агропромышленного комплекса России, вовлекая одновременно в производство ряд смежных отраслей промышленности: машиностроение, металлургическую, строительную и др.

Экспериментальная часть

Глубокую переработку зернового крахмалосодержащего сырья с нашей точки зрения условно можно подразделить на ряд этапов, реализация которых может идти как последовательно, так и параллельно.

Первый уровень (этап) – переработка зерна, зерновых смесей, отходов элеваторов, мелькомбинатов и т. п. на кормовые сахаросодержащие продукты – зерновые патоки. Реализация этого уровня является малозатратной и может производиться непосредственно в хозяйствах. Сырьем может служить любое зерно: пшеница, рожь, ячмень, овес и другое крахмалосодержащее сырьё различных кондиций или отходы зерноперерабатывающих предприятий.

Технологии получения зерновых паток из местного сырья запатентованы [1-5] и внедрены в ряде хозяйств Новосибирской и Томской областях, Алтайского и Красноярского краев. Производительность таких технологических линий от 0,5 до 15 т/сутки. Окупаемость зависит главным образом от произво-

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ В РОССИИ

длительности линий и при наличии 1000 голов КРС при потребности в зерновой патоке не менее 5 т/сутки составляет до 1 года.

Мы производим линейку технологических линий по выпуску зерновых паток производительностью от 500 кг до 15 т/сутки и размещаем их непосредственно в хозяйствах. При отсутствии помещений для размещения таких линий в хозяйстве предлагается контейнерный вариант. Принципиальная технологическая схема получения зерновых кормовых паток представлена на рисунке 1. Она состоит из ряда операций: измельчение зерна до дробленки, дезинтеграция и нагревание водно-зерновой смеси в диспергаторе кавитационного действия (ДКД), где происходит желатинизация и разжижение водно-зерновых эмульсий под действием мультиэнзимных композиций (МЭК).

Далее гидролизаты подвергаются осахариванию в ферментере с получением кормовых паток. Линия автоматизирована и может легко быть компьютеризирована.

Результаты и обсуждения

Применение зерновых паток в рационах лактирующих коров при годовом удое от 4800 кг до 7200 кг/год показало:

- увеличение молочной продуктивности коров на 10-18 %;
- улучшение качественных характеристик молока (повышение содержания белка, жира, лактозы);
- снижение расходования комбикормов на 10-15 %;
- увеличение прироста живой массы животных;
- улучшение качества мяса и шерсти;
- повышение поедаемости и усвояемости грубых кормов;
- активизация физиологических процессов у животных;
- повышение иммунного статуса у животных;
- нормализация обмена веществ и предупреждение болезней;
- снижение вероятности бесплодия животных;
- улучшение отделения последа;
- обеспечение рождения здорового потомства;
- способствует более быстрому восстановлению животных после болезней, родов и стрессов;
- снижение сервис-периода;
- сокращение затрат на ветеринарное обслуживание;

- общее улучшение здоровья животных;

- увеличение продуктивного долголетия животных;

- идеально подходит для балансирования рационов для всех видов животных, совместим с любыми рационами.

Зерновые патоки в 1 кг содержат от 160 до 250 г легкоусвояемых углеводов (глюкозы и мальтозы), в них так же сохраняются все биологические активные компоненты зерна.

Такие патоки могут полностью заменить кормовую сахарную свеклу и побочные продукты сахарных заводов (сахарные мелассы) в рационах КРС. Причем производство зерновых паток на 40-60 % дешевле, чем выращивание, уборка и переработка сахарной свеклы, и эти патоки не содержат нитратов, количество которых в сахарной свекле и мелассе находится в пределах 1,5-7,5 г на 1 кг.

Отличительными особенностями предлагаемой технологии получения кормовых паток являются:

- возможность вовлечения в более глубокую переработку зерновых всех видов включая зерносмеси и зерновые отходы;
- приближенность к потребителю;
- простота и универсальность линии;
- широкая линейка по производительности – от 100 кг до 16 т в смену;
- энергосбережение;
- экологичность производства;
- быстрая окупаемость.

Анализ по применению технологии получения зерновых паток по вышеприведенной схеме показал, что энергозатраты на производство 1 л зерновой патоки в случае использования кавитационных установок установок в 3,67 раза меньше, чем в агрегате для приготовления кормов «Сибирь-АПК-0,7» (изготовитель – завод «Труд») и в 5,28 раза меньше, чем в установке по изготовлению «жидких паток» (производитель – «Сиббиофарм»)

Второй уровень – глубокая переработка зерна местного производства (на примере пшеницы) (рисунок 2), где основными продуктами являются нативные крахмалы и нативная клейковина [6-9]. Далее нативный крахмал может подвергаться ферментативному гидролизу на пищевые патоки, глюкозу различного назначения и глюкозо-фруктозные сиропы, а клейковина является ценным белковым продуктом и может широко использоваться в пищевой промышленности.

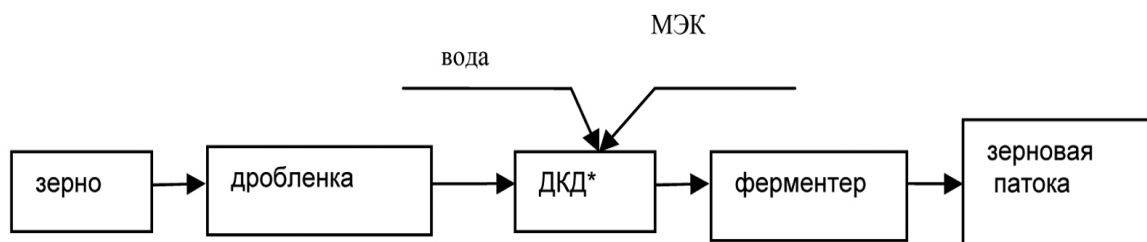


Рисунок 1 – Принципиальная схема получения кормовых паток из зерна

Крахмал, с нашей точки зрения, является стратегическим сырьем, превосходящим по своей значимости нефть. Производство крахмала и крахмалопродуктов в мире непрерывно возрастает и занимает одно из ведущих мест в экономике промышленно развитых стран.

Это связано как с резким ростом в последние десятилетия выработки сахаристых продуктов из крахмала, получением химически модифицированных крахмалов, так и с организацией производства пищевых паток, глюкозы, биоразрушаемых полимерных материалов и кровезаменителей.

Крахмал и его производные широко используются для пищевых целей как углеводные продукты, а также как студнеобразователи, загустители, эмульгаторы, обладающие высокой водоудерживающей способностью. Крахмал входит в состав более 7 тыс. пищевых продуктов и, кроме того, широко используется в ряде стратегических отраслей [10].

В медицине крахмал применяется как наполнитель при таблетировании лечебных средств, как основа для получения кровезаменителей, а продукт полного гидролиза крахмала – глюкоза является незаменимым и широко используемым медицинским препаратом.

Крахмал как основной вид сырья в производстве этилового спирта – пищевого, медицинского и технического назначений.

Ввиду многообразия свойств, крахмал и его модификации нашли широкое применение в технических целях: в бумажной и текстильной индустрии, для приготовления формовочных смесей в литейном производстве, для стабилизации глинистых растворов при нефтебурении и др.

В отличие от полимеров, получаемых из природного невозобновляемого сырья – нефти и газа, крахмал является ежегодно возобновляемым биоразрушаемым полимером, который может широко использоваться для

производства упаковочных, укрывочных материалов и посуды разового пользования.

По мнению экспертов, потребность в крахмалах в России на начальном этапе составляет от 0,5 до 1,0 млн. т/год и в настоящее время удовлетворяется главным образом за счет импорта, так как производство собственного кукурузного крахмала составляет до 80 тыс. т/год.

Важными продуктами, получаемыми из крахмала, являются сахаристые крахмалопродукты: пищевые патоки различного назначения, глюкозно-фруктозные сиропы, глюкоза различных назначений, фруктоза пищевая и медицинская.

Глюкоза является уникальным продуктом, востребованным на рынке. В России собственного производства глюкозы нет.

Глюкозу можно подразделить на:

- кормовую;
- пищевую;
- техническую;
- химическую;
- микробиологическую;
- фармацевтическую

Ценовой диапазон стоимости глюкозы варьируется от 35 до 180 руб за 1 кг. Кормовая глюкоза применяется в некоторых странах для ликвидации дефицита сахаров в рационах сельскохозяйственных животных и птиц: Израиль, Дания, Норвегия. Пищевая глюкоза используется для производства мороженого, йогуртов, конфет и т. д.

Микробиологическая глюкоза – применяется для приготовления питательных сред. Заселяя штаммы различных микроорганизмов в глюкозный раствор можно получить ряд востребованного сырья (рисунок 3).

В последнее время в промышленно развитых странах свекловичный и тростниковый сахар в рационе питания и при промышленной переработке все больше заменяется сахаристыми крахмалопродуктами.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ В РОССИИ

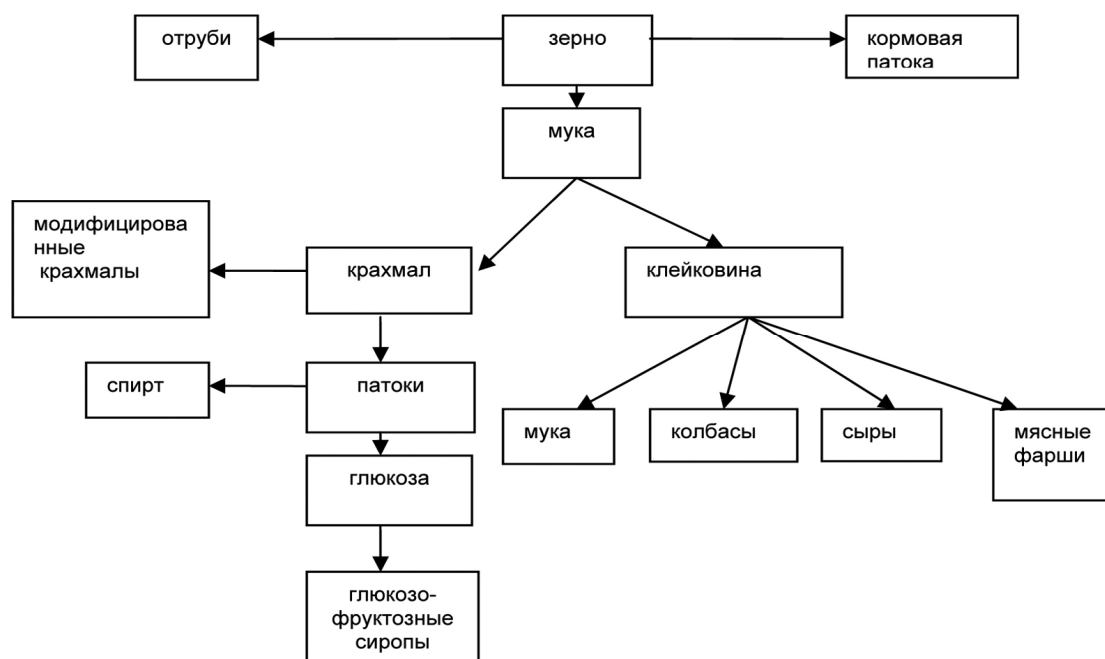


Рисунок 2 – Принципиальная схема глубокой переработки зерна пшеницы

К ним относятся: мальтодекстрины, низкосахаренная, карамельная, глюкозно-мальтозная и некоторые другие виды крахмальных патоки. К продуктам полного гидролиза крахмала относятся: глюкоза, фруктоза кристаллическая, сиропы глюкозные и глюкозно-фруктозные с различным содержанием фруктозы (от 42 до 95 %).

В США, ведущей стране по производству сахаристых крахмалопродуктов, соотношение потребляемых объемов тростникового сахара и сахаристых крахмалопродуктов с 1980 по 1990 гг. изменилось с соотношения 1:1 до соотношения 1:2 и продолжает изменяться в сторону увеличения выпуска сахаристых крахмалопродуктов. Сейчас в США производится около 10 млн. т глюкозно-фруктозных сиропов (ГФС) в год. Мировое производство глюкозно-фруктозных сиропов в 2000 г. составило около 15 млн. т и оно постоянно растет высокими темпами. В России ГФС не производится.

На этом этапе мы предлагаем получать пищевые сахаристые крахмалопродукты из наивных крахмалов с использованием кавитационно-вихревых технологий. Применение таких технологий для получения глюкозных и мальтозных патоки из кукурузного, ржаного и пшеничного крахмалов показало, что введение в технологическую схему кавитационной установки и газовихревого реактора позволяет уменьшить продолжительность технологического процесса в 2,2-2,5 раза и снизить общее энергопотребление получения патоки в 2,7-3,2 раза [6-9].

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК №2/1 2011

Прогнозируемый объем потребления сахаристых крахмалопродуктов на начальном этапе в России около 1 млн. т в год. В настоящее время российскими производителями вырабатывается ~300 тыс. т патоки различного назначения в основном из импортного кукурузного крахмала.

Сахаристые крахмалопродукты очень широко используются в разных отраслях пищевой промышленности и успешно заменяют традиционные сахара в безалкогольных напитках на 100 %, в кондитерских изделиях до 50 %, при консервировании на 70 %, хлебобулочных изделиях – 25 %, молочных продуктах – 35 % и т. д.

Альтернативными кукурузе крахмалосодержащими источниками являются пшеница, ячмень, рожь, просо, сорго и т. д. Эти источники крахмала являются более перспективными, по сравнению с кукурузой, особенно для районов Центрального, Уральского, Сибирского и Дальневосточного округов России. Особенно интересны как источники нативных крахмалов – пшеница и рожь.

Озимая рожь в Сибири дает стабильные и высокие урожаи (до 40-50 ц/га). Она является хорошим предшественником для других культур и сроки ее уборки на 2-3 недели раньше, чем пшеницы. Содержание крахмала во ржи 57-66 %.

Все эти факторы делают эту культуру перспективной с целью переработки на крахмал и сахаристые крахмалопродукты.

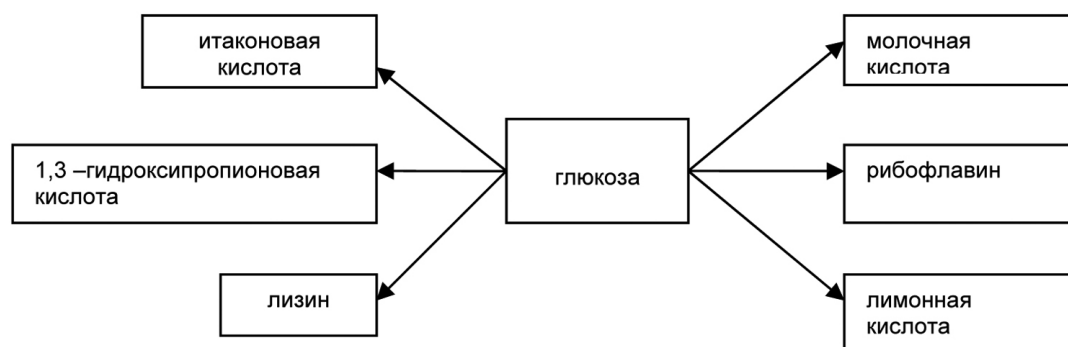


Рисунок 3 – Основные промышленные соединения получаемые из микробиологической глюкозы

Заключение

Для России, обладающей огромными территориями и различными почвенно-климатическими условиями регионов, увеличение производства крахмала и крахмалопродуктов является важным элементом восстановления и подъема экономики, как для восполнения сахарного баланса страны, так и для использования в пищевых и технических целях. При этом рост объемов выработки крахмала и сахаристых крахмалопродуктов должен базироваться на использовании прогрессивных и инновационных технологий переработки местного сырья, выбор вида которого должен определяться условиями самообеспечения регионов, рентабельностью производства и потребностью рынка.

В настоящее время имеются инновационные технологии по комплексной переработке местного крахмалосодержащего сырья и нативных крахмалов, что позволяет надеяться на оперативное развертывание производств по глубокой переработке зерновых крахмалосодержащих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способ получения сахаристых продуктов из зернового сырья. Патент РФ №2285725 / Аксёнов В.В., Порсев Е.Г., Незамутдинов В.М., Мотовилов К.Я.
2. Способ получения глюкозно-мальтозо-аминокислотной кормовой добавки из зерна злаковых культур пшеницы и ржи. Патент РФ №2346461 / Мотовилов К.Я., Мотовилов О.К., Аксёнов В.В.
3. Способ получения сахаристых продуктов из ржаной и пшеничной муки. Патент РФ №2340681 // Аксёнов В.В., Порсев Е.Г., Мотовилов К.Я.
4. Гомогенизатор роторный Патент РФ на по-

лезную модель № 220205 / Пияшев В.С., Трусов Н.А., Аксёнов В.В.

5. Установка для производства кормовых углеводных добавок сельскохозяйственным животным. Патент РФ на полезную модель №220423/ Трусов Н.А., Пияшев В.С., Нюшков Н.В., Аксёнов В.В.

6. Аксёнов, В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья. Сообщение I. Проведение биоконверсии нативных крахмалов в условиях газо-вихревого перемешивания / В.В. Аксёнов // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2008. – № 5. – С. 315-320.

7. Аксёнов, В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья. Сообщение II. Проведение биоконверсии нативных крахмалов в электроактивированных водных растворах / В.В. Аксёнов // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2008. – № 10. – С. 18-20.

8. Аксёнов, В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья. Сообщение III. Проведение ферментативной биоконверсии зернового крахмалосодержащего сырья в условиях гидродинамических воздействий / В.В. Аксёнов // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2009. – № 1. – С. 26-28.

9. Аксёнов, В.В. Комплексная переработка растительного крахмалосодержащего сырья в России / В.В. Аксёнов // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2007. – № 5. – С. 213-218.

10. Аксёнов, В.В. Биотехнологические основы глубокой переработки зернового крахмалосодержащего сырья / В.В. Аксёнов. – Новосибирск, 2010. – 168 с.

Аксёнов В.В., зав. лаб., к.х.н., доц., Сибирский научно-исследовательский институт переработки, Сибирское отделение Россельхозакадемии, тел. 8(338) 348-65-82, E-mail: padova2008@yandex.ru.