

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОГО КОМПОЗИТА КОРМОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С.К. Волончук, И.В. Науменко, А.И. Резепин

В статье приводится экспериментальное обоснование целесообразности и необходимости использования вторичных ресурсов при разработке технологии производства белково-углеводного композита для кормления сельскохозяйственных животных, в частности крупного рогатого скота (КРС). Основными сырьевыми составляющими являются зерно пшеницы, молочная подсырная сыворотка и отруби пшеничные. Новая технология должна учитывать и не повторять недостатки существующих технологий. Используя преимущества воздействия инфракрасного излучения на влажный материал можно получить пористое зерно пшеницы с декстринизированным крахмалом, которое далее в роторно-пульсационном аппарате совместно с подсырной сывороткой в присутствии ферментов амила субтилина и глюкавамарина преобразуется в патоку с высоким содержанием сахаров. Затем патоку смешивают с отрубями, обогащая ее белками и клетчаткой для получения белково-углеводного композита влажностью 40 – 60%, содержанием сахаров 10,805 – 16,980%, белка 11,7 – 12,1%.

Ключевые слова: технология, инфракрасное излучение (ИК), сыворотка, отруби, зерно пшеницы, ферменты, патока, композит.

В настоящее время практически не используются в кормах животных вторичные ресурсы, так называемые отходы основных производств, содержащие массу полезных и питательных веществ: белково-углеводных, витаминных и макро- микроэлементов. К вторичным ресурсам, например, относятся молочная сыворотка и отруби пшеничные. В незначительных количествах молочная сыворотка поступает в розничную торговлю, используется в рационах кормления сельскохозяйственных животных, в хлебопечении. В основном, ее сливают в канализацию, она попадает в водоемы, что неблагоприятно сказывается на экологии [1]. Это происходит из-за некоторых ее недостатков. Во-первых, известно, что молочная сыворотка имеет значительное количество воды – 95%, а также неблагоприятное для пищеварения соотношение белков, углеводов и минеральных веществ. Во-вторых, из патента РФ № 2363238 известно, что при добавках в рационе кормов животных сыворотка должна скормливаться в течение 12 часов из-за быстрой ее порчи. Кроме того, в течение двух суток без спецобработки содержание лактозы уменьшается на 40%, белка – на 14%, сухих веществ – на 10 % [2].

В тоже время молочная сыворотка имеет ряд достоинств. В ней содержатся аминокислоты: треонин, гистидин, аргинин, лизин, метионин, лейцин, триптофан, белковые и

небелковые азотистые соединения, ферменты. Углеводы представлены лактозой, моносахаридами (галактоза, глюкоза), аминсахаридами (нейраминная кислота, включая ее производные, кетопентоза), олигосахаридами (серологически активные вещества, арабиноза). Она содержит минеральные вещества (фосфор, магний, хлор, натрий, кальций, железо, калий) и витамины (биотин, тиамин, аскорбиновая и никотиновая кислоты, пиридоксин, ретинол, токоферол, рибофлавин, холин, кобаламин).

О достоинствах отрубей пшеничных свидетельствует их химический состав: витамины А, Е, а также группы В: В₁, В₂, В₆; микро и макроэлементы: калий, кальций, магний, фосфор, натрий, медь, йод; жирные кислоты (Омега-3, Омега-6, пантотеновая – благотворно влияет на желудочно-кишечный тракт); клетчатка, белок.

Благодаря большому количеству полезных свойств оба рассмотренных компонента могут быть использованы при создании белково-углеводного композита кормового назначения для сельскохозяйственных животных.

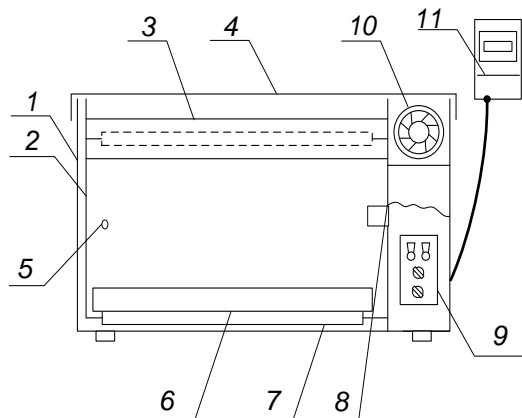
Ранее в Сибирском научно-исследовательском и технологическом институте переработки сельскохозяйственной продукции (СибНИТИП) была разработана технология получения паток кормового назначения из различного зернового сырья [3,4]. Патока производилась с использованием водопроводной

воды в роторно-пульсационном аппарате (РПА). С целью сокращения времени и энергозатрат при производстве кормовой патоки были проведены исследования по ферментативному гидролизу зерна пшеницы, обработанному ИК излучением, в процессе которого происходит декстринизация крахмала. Это обеспечивало большую доступность крахмала ферментам. В результате содержание сахаров в патоке повышается до 21,4 %. При этом воду нужно доводить до pH 5,0 – 5.5, так как активность ферментов, используемых в процессе гидролиза, в этом диапазоне наибольшая. В отличие от воды молочная сыворотка уже имеет нужную кислотность.

Цель исследований – разработать способ получения кормовой добавки для сельскохозяйственных животных с использованием сыворотки молочной и отрубей пшеничных.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для постановки эксперимента было подготовлено пшеничное зерно влажностью 12 %, сыворотка молочная подсырная с 5,34 ед. pH, отруби пшеничные. Зерно подвергали инфракрасному облучению на разработанной в СибНИТИП лабораторной установке (рис. 1), обеспечивающей регулирование плотности потока облучения зерна электромагнитным полем инфракрасного диапазона длин волн ближнего спектра, генерируемым лампой марки КГТ 220-1000, в пределах 17-23 кВт/м² (в опыте изучали вариант с плотностью потока 17 кВт/м²).



1-корпус; 2-отражатели панельные; 3-ИК-излучатель с отражателем; 4-верхняя крышка; 5-перфорированная передняя стенка; 6 -поддон для сырья; 7-поддон-отражатель; 8-температурный датчик; 9-блок управления; 10-вентилятор; 11-счетчик энергии

Рисунок 1 - Лабораторная установка для исследования режимов ИК-обработки зерна

Зерно раскладывали слоем равным толщине одной зерновки на поддоне. Облучение прекращали в тот момент, когда зерна резко увеличивались в размерах, а некоторые разрушались. При этом фиксировали продолжительность ИК обработки до разрушения зерна и энергозатраты.

Степень деструкции крахмала определяли в аналитической лаборатории.

Экспериментальные исследования включали измерение следующих контролируемых параметров:

- массовая доля влаги в исходном сырье и готовом продукте, %;
- расход энергии, кВт·ч;
- длительность ИК воздействия, с;

Энергозатраты контролировали по показаниям электросчетчика СО ЭБ 1 (ГОСТ 31818.11-2012), влажность сырья определяли по ГОСТ 13586.5-2015 [5].

Процесс ферментативного гидролиза, изучали на установке роторно-импульсного типа, используемой в существующем технологическом процессе производства патоки кормовой из зерна пшеницы.

Роторно-импульсные аппараты относятся к гидромеханическим преобразователям механической энергии в акустическую, тепловую и энергию других видов, что позволяет интенсифицировать гидромеханические и теплообменные процессы в нестационарных потоках при обработке гетерогенных сред. [6].

В ёмкость рециркуляции, заполненную необходимым количеством сыворотки (15 л), равномерно подается ИК облученное зерно (6 кг) и подвергается обработке проходя многократно через рабочие органы РПА. Соотношение сыворотка: зерно (гидромодуль) зависит от вида зерна и его влажности и окончательно определяется экспериментально. На основании ранее проведенных исследований гидромодуль на основе воды обычно формируется в соотношении (2...2,5): 1.

Данную смесь далее гидролизуют в присутствии ферментов амилосубтилина и глюкаварина. Сигналом к подаче ферментов служат показания значений температуры, свидетельствующие о росте вязкости смеси сыворотка: зерно. С этого момента начинается отсчет времени гидролиза под действием физических воздействий и через определенные временные промежутки отбирают пробы реакционной смеси объемом 100 мл и анализируют на содержание общего количества сахаров. Для изучения эффективности данного процесса в качестве функции отклика выбираются значения выхода сахаров. В процессе

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОГО КОМПОЗИТА КОРМОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ферментативного гидролиза синхронно с заборами проб производят мониторинг энергозатрат соответствующих данному времени биоконверсии.

Содержание сахаров в пробах патоки определяется по ГОСТ 26176-91 [7].

В режиме ферментативного гидролиза зернового крахмалосодержащего сырья в РПА контролировали следующие параметры:

- расход энергии, кВт·ч;
- время обработки, мин;
- температура, °С;
- содержание сахаров в патоке, %.

Внесение ферментных препаратов, амило-субтилин и глюкаваморин, осуществляли по стандартной схеме [3]. Пробы патоки отбирали через каждые 60 минут в соответствии с динамикой изменения температуры этапов процесса: клейстеризация (желатинизация), охижение, осахаривание.

Сырой композит получали смешиванием патоки и отрубей до достижения влажности 40, 50, 60 %, для получения более полных дан-

ных по составу белково-углеводного композита. При этом учитывалось, что процентное соотношение патоки и пшеничных отрубей влияет на содержание белка и углеводов (сахаров) Содержание белковой фракции определяется согласно ГОСТ 13 496.4-93 [8]. Контролировали следующие параметры:

- количество отрубей, г;
- количество патоки, г;
- влажность, %;
- содержание сахаров, %;
- содержание белка, %

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Время ИК – обработки зерна составило 70 с при расходе энергии 0,1 кВт·ч. Зерно имело высокую степень деструкции – 60 мг глюкозы/г сухого вещества,

В результате ферментативного гидролиза ИК – обработанного зерна получена патока с показателями, представленными в табл.1 и табл. 2. Примечание: в столбце энергозатраты указаны затраты на момент отбора очередной пробы.

Таблица 1 - Динамика изменения показателей процесса получения патоки на основе воды

№ проб	Сахара, %	Влажность, %	Длительность процесса, мин	Затраты эл.энергии, кВт·ч
1	5,248	77,065	6	0,45
2	13,584	76,926	71	2,8
3	15,436	76,573	131	3,65
4	14,201	76,410	191	4,05
5	14,201	76,294	251	4,45
6	14,080	76,167	311	4,80

Таблица 2 - Динамика изменения показателей процесса получения патоки на основе молочной подсырной сыворотки

№ проб	Сахара, %	Влажность, %	Длительность процесса, мин	Затраты эл.энергии, кВт·ч
1	9,262	68,54	20	2,85
2	13,275	68,27	94	3,35
3	15,745	67,95	154	4,10
4	18,214	67,34	214	4,68
5	20,862	67,11	274	5,18

Из данных табл.2 видно, что максимальное значение сахаров в патоке составляет 20,862 %, т.е. выше, чем у патоки, полученной при использовании воды. Такой результат дает основание предполагать, что сахара, содержащиеся в сыворотке, перешли в конечный продукт, т.е. патоку.

Было установлено изменение содержания

сахаров при приготовлении композита с пшеничными отрубями влажностью 40%, 50%, 60%. Содержание сахаров в композите 40% составило 10,805%, 50% -12,349 60% - 16,980%, т.е. чем больше патоки, тем выше содержание сахаров. При этом количество белка в композите составило – 11,7 – 12,1%. Учитывая, что недостаток сахаров в рационе

кормов для КРС играет более важную роль, следует признать более рациональным использовать композит с влажностью 60%.

Таким образом разработан способ получения белково-углеводного композита, предусматривающий получение кормовой патоки в роторно-пульсационном аппарате при температуре 62-65°C с помощью ферментов амило-субтилина и глюкаваморина, отличающийся тем, что патоку получают из молочной сыворотки и зерна пшеницы, подвергнутому ИК облучению при плотности потока 17 кВт/м², в соотношении 2,5:1, а патоку смешивают с пшеничными отрубями в соотношении 2:1.

ВЫВОДЫ

Значимость работы заключается в том, что её результаты вносят вклад в фундаментальные исследования механизмов воздействия различной природы на трансформацию природных биополимеров зерновых культур, а так же могут быть использованы в практическом плане при разработке более экономичных и энергосберегающих технологий получения кормовых патоки и белково-углеводного композита из вторичного сырья для продуктивных сельскохозяйственных животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ № 99126250/13, 14.12.1999 / А.Ю. Винаров, Ю.И. Беляков, Т.Е. Сидоренко, А.И. Каравацкий Способ переработки молочной сыворотки // Патент России №2154386. Публ. 20.08.2000
2. Патент РФ № 2008114792/13, 15.04.2008 / И.М. Осадченко, И.Ф. Горлов, С.Е. Божкова, М.И. Сложенкина, А.Н. Струк Способ получения молочно-растительной кормовой добавки // Патент России № 2363238. Публ. 15.04.2008.

3. Аксенов, В.В. Комплексная переработка растительного крахмалосодержащего сырья в России / В.В. Аксенов. Вестник КрасГАУ- 2007- № 5- С.213-218.

4. Мотовилов, К.Я. Нанозобиотехнология производства зерновых патоки для животноводства: методические рекомендации / К.Я. Мотовилов, О.К. Мотовилов, В.В. Аксенов В.В., и др. – Новосибирск, 2015. - 60 с.

5. ГОСТ 13586.5-2015 Зерно. Метод определения влажности.

6. Промтов, М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика: монография / М.А. Промтов. – М.: Машиностроение -1, 2001. – 260 с.

7. ГОСТ 26176-91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов.

8. ГОСТ 13 496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

Волончук Сергей Константинович, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, канд. техн. наук, e-mail: volonchuk2015@yandex.ru, 630501, Новосибирская обл., Новосибирский район, п. Краснообск, а/я 468.

Науменко Иван Валентинович, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, ведущий научный сотрудник, канд. с.-х. наук, 630501, Новосибирская обл., Новосибирский район, п. Краснообск, а/я 468.

Резепин Андрей Иович, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, научный сотрудник, 630501, Новосибирская обл., Новосибирский район, п. Краснообск, а/я 46