



**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЗЕМЛЕДЕЛИИ, АГРОХИМИИ, СЕЛЕКЦИИ
И СЕМЕНОВОДСТВЕ**

**RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN
AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY,
BREEDING AND SEED PRODUCTION**

УДК: 664.727.085

DOI:10.31677/2311-0651-2019-24-2-40-45

ОЦЕНКА СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ КОРМОВОЙ ПАТОКИ

С. К. Волончук, кандидат технических наук
И. В. Науменко, кандидат сельскохозяйственных наук
А. И. Резепин

Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий РАН
E-mail: volonchuk 2015@yandex.ru

Ключевые слова: пшеница, ферментативный гидролиз, фермент, инфракрасное излучение, деградация, энергозатраты, фактор.

Реферат. Цель работы – дать сравнительную оценку разных способов получения зерновой кормовой патоки. В исследовании рассматривались четыре варианта получения зерновой кормовой патоки: ранее разработанный в СибНИТИП и внедренный в Российской Федерации и разработанные при выполнении НИР 2018 г. (три варианта). Критерием оценки было содержание сахаров в патоке. В результате исследований установлено, что количество сахаров распределилось по вариантам в следующем порядке: в ранее разработанном – 17,00 % во вновь разработанном на основе воды – 14,52; на основе сыворотки и зерна, хранившегося 21 день после ИК-облучения, – 15,75; на основе сыворотки и зерна без хранения – 24, 67 %. Полученная на основе молочной сыворотки патока содержит большее количество сахаров, способ менее энергозатратен и может быть рекомендован для внедрения.

ASSESSMENT OF METHODS FOR GRAIN FEEDING

S. K. Volonchuk, Candidate of Technical Sciences
I. V. Naumenko, Candidate of Agricultural Sciences
A. I. Rezepin

Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnology RAS

Key words: wheat, enzymatic hydrolysis, enzyme, infrared radiation, degradation, energy consumption, factor.

Abstract. The purpose of the work is to give a comparative assessment of different ways to obtain grain feed syrup. The study considered 4 options for obtaining grain feed molasses: previously developed in SibNITIP and implemented in the Russian Federation and developed when performing research in 2018 (3 options). The evaluation criterion was the sugar content in the syrup. As a result of research, it was established that the amount of sugars was distributed among the options in the following order: 17.00 % – in the previously developed, in the newly developed water-based – 14.52 %, on the basis of whey and grain stored

for 21 days – 15.75 %, on the basis of whey and grain without storage – 24, 67 %. The method obtained molasses based on whey contains a greater amount of sugars, less energy-consuming and can be recommended for implementation.

Наукой установлено, что лактация коровы – физиологический процесс, требующий больших энергетических затрат на образование и выделение молока. Недостаток энергии приводит к нарушениям обмена веществ. Основным источником энергии являются углеводы, поступающие с кормами. На 1 кг молока требуется 45 г глюкозы, а для высокопродуктивных коров в 2–3 раза больше. Однако в связи уменьшением заготовки сена, нарушением технологии при производстве сенажа, недостатком кормовой патоки (мелассы), которая является побочным продуктом при производстве сахара, возникает дефицит в рационе коров легкоусвояемых углеводов (сахаров). Кроме того, за период лактации с молоком выносятся значительное количество кальция (6–9 кг), фосфора (4,5–7 кг) и магния (0,08–0,27 г/л) [1]. Восполнить недостаток сахаров можно, используя зерновую кормовую патоку.

В СФНЦА РАН, в Институте переработки сельскохозяйственной продукции, достаточно давно разработана технология производства кормовой зерновой патоки. Зерно пшеницы совместно с подкисленной водой в присутствии ферментов амила субтилина и глюкаваморина в роторно-пульсационном аппарате (РПА) проходит ферментативный гидролиз (ФГ), результатом которого является патока с содержанием сахаров 17 %. Технология реализована в ряде областей Сибири, Татарстане [2, 3].

Как уже отмечалось, необходимо пополнять в рационе коров минеральные вещества, а также микроэлементы, витамины. С этой точки зрения было бы рационально использовать для производства зерновой кормовой патоки молочную сыворотку, которая является отходом производства творога и сыров.

Из публикаций и патентов по теме известно, что молочная сыворотка содержит белки, углеводы, ферменты, минеральные вещества и витамины. Однако соотношение белков, углеводов и минеральных веществ в ней неблагоприятно для пищеварения сельскохозяйственных животных, а содержание воды достигает 94 %. Являясь хорошей питательной средой для развития микроорганизмов, сыворотка должна скормливаться в течение 12 ч из-за быстрой порчи [4, 5]. Кислотность сыворотки составляет pH 5,0–5,5.

Цель работы – дать сравнительную оценку разных способов получения зерновой кормовой патоки.

Объектами исследования были разные способы получения зерновой кормовой патоки с использованием ИК-облученного зерна пшеницы Новосибирская 31, воды (подкисленной до значений pH 5,5) и подсырной молочной сыворотки. В связи с тем, что в производственном процессе получения патоки возможны непредвиденные перерывы, решено было проверить, как отразится на содержании сахаров в патоке использование ИК-облученного зерна со сроком хранения 21 день.

В работе использовался метод сравнительного анализа данных, полученных в процессе ФГ. Критериями оценки служат показатели содержания сахаров в патоке и удельных энергозатрат у всех представленных вариантов ФГ.

Патоку получали на роторно-пульсационном аппарате (РПА) типа МАГ-50 (рис. 1).

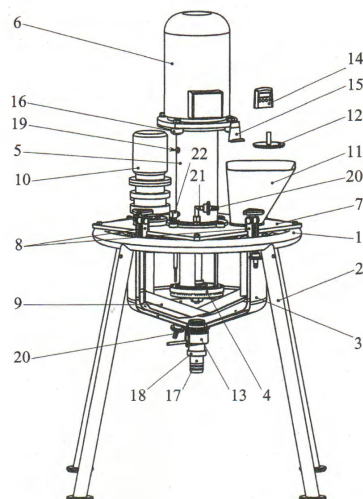


Рис. 1. Гомогенизатор МАГ-50:

1 – стол; 2 – нога; 3 – бак; 4 – диспергатор; 5 – подшипниковый узел; 6 – привод диспергатора; 7 – плита; 8 – прихваты; 9 – мешалка; 10 – привод мешалки; 11 – воронка; 12 – крышка; 13 – выпускной вентиль; 14 – термометр; 15 – кронштейн термометра; 16 – прижим; 17 – ниппель слива; 18 – накидная гайка; 19 – стопорный болт; 20 – ниппель; 21 – отвод; 22 – масленка

РПА 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].

На аппарате МАГ-50 при достижении требуемой температуры отключается диспергатор, а реакционная смесь перемешивается крыльчатой мешалкой, обеспечивая непрерывность контакта ферментов с измельченной массой зерна. Следующее включение диспергатора происходит при достижении нижней предельной температуры.

Момент отбора проб увязан с температурой внутри бака, введением ферментов и pH среды. Интервал в 60 мин до отбора следующей пробы установлен на основе предыдущих исследований по ферментативному гидролизу патоки на основе подкисленной воды.

Данные ферментативного гидролиза ИК-обработанного зерна представлены в табл. 1 для патоки на основе подкисленной воды и табл. 2 для патоки на основе сыворотки. Из приведенных данных видно, что в пробах № 3, взятых через одинаковый промежуток времени (154 мин), максимальное содержание сахаров составляет 24,67 % в патоке на основе молочной (подсырной) сыворотки и 14,52 % в патоке, полученной при использовании воды. Это дает основание предполагать, что сахара, содержащиеся в сыворотке, перешли в патоку.

Таблица 1

Экспериментальные данные по ферментативному гидролизу ИК-облученного зерна на основе воды

Номер пробы	Длительность процесса, мин	Сахара, %	Удельные энергозатраты, кВт·ч на 1 кг сахара
1	20	6,67	0,32
2	94	14,29	1,02
3	154	14,52	1,17
4	214	13,48	1,38
5	274	13,48	1,50

Таблица 2

Экспериментальные данные по ферментативному гидролизу ИК-облученного зерна на основе молочной (подсырной) сыворотки

Номер пробы	Длительность процесса, мин	Сахара, %	Удельные энергозатраты, кВт·ч на 1 кг сахара
1	20	10,24	0,62
2	94	21,67	0,37
3	154	24,67	0,48
4	214	21,62	0,61

Более быстрая динамика и уровень выхода сахаров для ФГ на подсырной сыворотке в отличие от ФГ на основе воды, возможно, обусловлены влиянием ингредиентов сыворотки, в частности молочной кислоты, на активность ферментов. Как известно, на активность ферментов влияет множество факторов химической природы (органические и минеральные) как в сторону ингибирования, так и их активации. Сложный состав сыворотки требует отдельного исследования в плане установления интегрального влияния последней на активность используемых в данной технологии ферментов.

Относительно низкий уровень сахаров – 14,52 % при ФГ на водопроводной воде может объясняться ингибирующим действием гидромеханического воздействия на активность ферментов.

В табл. 3 представлены результаты ФГ зерна, хранившегося 21 день (3 недели) после ИК-облучения. Сравнение данных табл. 2 и 3 показывает, что длительный промежуток времени между ИК-облучением и ФГ заметно снижает количество сахаров – с 24,67 до 15,75 % при одинаковой длительности ФГ – 154 мин.

Таблица 3

Экспериментальные данные по ферментативному гидролизу ИК-облученного зерна длительного хранения на основе молочной (подсырной) сыворотки

Номер пробы	Длительность процесса, мин	Сахара, %	Удельные энергозатраты, кВт·ч на 1 кг сахара
1	20	9,26	0,78
2	94	13,28	0,73
3	154	15,75	0,86
4	214	18,21	0,90
5	274	20,86	0,92

Причиной уменьшения количества сахаров при ФГ ИК-облученного зерна с длительным сроком хранения, вероятно, являются морфологические и молекулярные изменения облученного крахмала при хранении. По данным Д.С. Кочанова [7], степень декстринизации крахмала при 150 °С составляет 56,4% при времени облучения 45 с и 54,6% при 175 °С и времени облучения 60 с. При этом степень клейстеризации крахмала за такое же время обработки достигает 68%. После декстринизации при длительном хранении часть недекстринизованного (желатинизированного) крахмала трансформируется в резистентную форму, устойчивую к действию ферментов при ФГ. В результате количество сахара при ФГ после трех недель хранения уменьшается на 8,92%.

Графическое и математическое описание трех способов ФГ при производстве зерновой кормовой патоки приводится на рис. 2, 3.

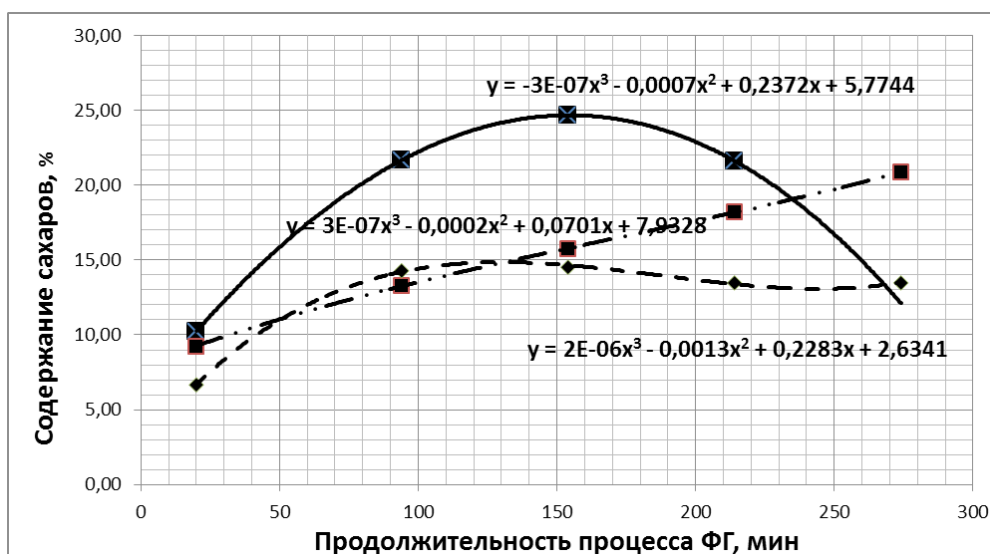


Рис.2. Зависимость содержания сахаров от продолжительности ферментативного гидролиза (ФГ) в различных средах (вода, молочная сыворотка):

- ФГ на молочной (подсырной) сыворотке (12 ч после ИК-облучения зерна);
- · - · - ФГ на молочной (подсырной) сыворотке (21 день после ИК-облучения зерна);
- - - - ФГ на воде (12 ч после ИК-облучения зерна)

В прикладном плане важным для технико-экономического обоснования технологии получения патоки является сравнение удельных энергозатрат всех представленных вариантов ФГ. На рис. 3 можно видеть существенное превышение энергозатрат (почти в 3 раза) для ФГ в водной среде по сравнению с вариантом на молочной (подсырной) сыворотке.

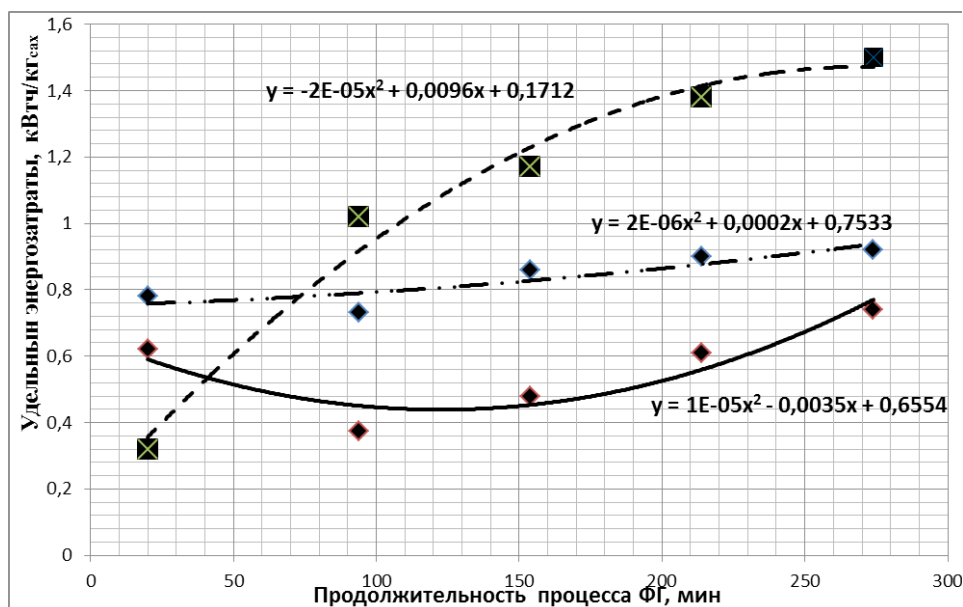


Рис. 3. Зависимость удельных энергозатрат от продолжительности ферментативного гидролиза (ФГ) в различных средах (вода, сыворожка):

----- ФГ на воде (12 ч после ИК-облучения зерна);
- · - · - ФГ на молочной (подсырной) сыворотке (21 день после ИК-облучения зерна);
———— ФГ на молочной (подсырной) сыворотке (12 ч после ИК-облучения зерна)

В результате анализа данных, полученных при производстве зерновой кормовой патоки тремя способами, установлено преимущество использования молочной (подсырной) сыворотки для приготовления патоки из ИК-облученного зерна пшеницы как важной составляющей кормового рациона сельскохозяйственных животных, содержащей большее количество легкоусвояемых сахаров по сравнению с водой. Это связано не только с составом сыворотки, содержащей органические и минеральные ингредиенты, но и выраженной интенсификацией ФГ, проводимого на основе данной сыворотки. При этом заметно меньше удельные энергозатраты при одинаковой длительности процесса. Установлено, что длительное хранение ИК-облученного зерна приводит в последующем процессе ФГ к существенному снижению содержания сахаров и потому является технологически неоправданным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Саханчук А.И., Буракевич Т.А., Микуленок В.Г. Углеводно-минерально-витаминная добавка в кормлении дойных коров в зимний период. – Витебск, 2013. – 6 с.
2. Нанозобиотехнология производства зерновых паток для животноводства: метод. рекомендации / К.Я. Мотовилов, О.К. Мотовилов, В.В. Аксенов В.В. [и др.]. – Новосибирск, 2015. – 60 с.
3. Совершенствование технологии подготовки зерна пшеницы перед скармливанием животным / С.К. Волончук, В.В. Аксенов, И.В. Науменко, А.И. Резепин // Инновации и продовольственная безопасность. – 2018. – № 1 (19). – С.65–68.
4. Патент РФ № 2363238. Способ получения молочно-растительной кормовой добавки / И.М. Осадченко, И.Ф. Горлов, С.Е. Божкова [и др.]. – 15.04.2008.
5. Патент РФ № 2154386. Способ переработки молочной сыворотки / А.Ю. Винаров, Ю.И. Беляков, Т.Е. Сидоренко (RU), А.И. Каравацкий (BY). – 20.08.2000.
6. Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика: монография. – М.: Машиностроение –1, 2001. – 260 с.
7. Кочанов Д.С. Научное обеспечение процесса микронизации зерновых культур и разработка технологии производства комбикормов из микронизированного зерна: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2014. – 24 с.

REFERENCES

1. Sahanchuk A. I., Burakevich T. A., Mikulenok V. G. Uglevodno-mineral'no-vitaminная добавка в кормлении дойных коров в зимний период. / «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Жодино. Минская обл., Республика Беларусь // УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» Витебск. Республика Беларусь. – 2013. – 6 с.
2. Наноэкобиотехнология производства зерновых паток для животноводства: методические рекомендации / К. Я. Мотовилов, О. К. Мотовилов, В. В. Аksenov V. V., и др. – Новосибирск. – 2015. – 60 с.
3. Сovershenstvovanie tehnologii podgotovki zerna pshenicy pered skarmlivaniem zhivotnym / S. K. Volonchuk, V. V. Aksenov, I. V. Naumenko, A. I. Rezepin // Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost. – 2018. – № 1 (19). – С.65–68.
4. Patent RF № 2363238, 15.04.2008. / Osadchenko I. M., Gorlov I. F., Bozhkova S. E., и др. Sposob poluchenija molochno-rastitelnoj kormovoj dobavki.
5. Patent RF № 2154386, 20.08.2000. / Vinarov A. Ju., Beljakov Ju. I., Sidorenko T. E. (RU), Karavackij A. I. (BY). Sposob pererabotki molochnoj syvorotki.
6. Promtov M. A. Pulsacionnye apparaty rotornogo tipa: teorija i praktika: monografija. M.: Mashinostroenie – 1, 2001. – 260 s.
7. Kochanov D. S. Nauchnoe obespechenie processa mikronizacii zernovyh kultur i razrabotka tehnologii proizvodstva kombikormov iz mikronizirovannogo zerna: avtoref. diss. ... kand. tehn. nauk. – Voronezh. – 2014g. – 24s.