

УДК 664.727.085

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ КОРМОВОЙ ПАТОКИ ИЗ ИК-ОБЛУЧЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Аксенов В.В., Волончук С.К., Резепин А.И., Дубкова С.А.

Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции РАН, Новосибирск, e-mail: volonchuk 2015@yandex.ru

В статье приведены результаты исследований процесса получения кормовой патоки из ИК-облученного зерна пшеницы. Установлено, что вследствие деструкции крахмала зерна и значительного уменьшения прочности зерна при ИК-облучении возрастает скорость протекания биохимических преобразований, содержание углеводов в патоке существенно повышается, по сравнению с патокой, полученной из необработанного зерна. При этом затраты времени и энергии значительно уменьшаются. На основании статистически обработанных результатов исследований получена эмпирическая зависимость, математически отражающая влияние переменных факторов процесса на содержание сахаров в патоке. Делается вывод о целесообразности использования результатов работы при разработке усовершенствованной технологии получения кормовой патоки из разнообразных видов зернового сырья, подвергнутого ИК-обработке.

Ключевые слова: биохимическая конверсия, зерно, инфракрасное излучение (ИК), деструкция крахмала, кормовая патока

IMPROVED METHOD OF PRODUCING FODDER MOLASSES FROM IR-IRRADIATED FROM GRAIN WHEAT

Aksenov V.V., Volonchuk S.K., Resepin A.I., Dubkova S.A.

Siberian research and technology institute of agricultural production processing, Novosibirsk, e-mail: volonchuk 2015@yandex.ru

The article presents the results of studies on the processing of IR-irradiated wheat to molasses. It is established that in consequence of the destruction of starch grains and a significant reduction of grain strength under IR-radiation increases the rate of biochemical transformations. The content of sugar in molasses is significantly increased, compared to syrup obtained from raw grain. While time and energy are significantly reduced. On the basis of statistical processing of results of studies obtained empirical relationships, mathematically reflecting the influence of variable factors of the process on the sugar content in the molasses. The conclusion about expediency of use of research results in the development of improved technology to obtain molasses of various types of grain IR-radiation.

Keywords: biochemiical convesion, heat grain, infrared radiation (IR), destruction of starch, a fodder molasses

Общепризнано, что во всех физиологических процессах животных важная роль принадлежит углеводам. Углеводы, с одной стороны, являются одним из основных источников энергии для животных, а с другой стороны, – питательной средой для синтеза микробильного белка. Недостаток углеводов в рационах крупного рогатого скота (КРС) снижает перевариваемость и усвояемость питательных веществ кормов, приводит к разбалансировке биохимических процессов у животных, снижает молочную продуктивность и продуктивное долголетие, а также дает ряд других негативных последствий. Особенно сильно проявляются отрицательные явления при недостатке углеводов в рационах высокопродуктивных животных, что не позволяет им реализовать свой генетический потенциал продуктивности и существенно уменьшает продуктивное долголетие [5].

В мировой и отечественной практике кормопроизводства существуют различные способы и технологии обработки зернового

сырья с целью повышения его питательной ценности и усвояемости. К ним относятся: замачивание, поджаривание, экструдирование, кондиционирование зерна, а также другие способы обработки. Вышеперечисленные технологии обладают рядом существенных недостатков: низкая конверсия зернового крахмала в сахара (5–7%), высокие энергозатраты и высокая температура обработки [1].

В связи с вышеизложенным, назрела острая необходимость разработки новых технологий, позволяющих перерабатывать имеющееся в хозяйствах зерновое крахмалосодержащее сырье на кормовые патоки малозатратными и экологически безопасными способами.

Одним из путей совершенствования процесса получения кормовой патоки является использование в качестве сырья зерна, разрушенного под действием тепловых и электромагнитных излучений, когда идут изменения крахмальной цепочки. Например, «взрыв» зерна по аналогии

с получением воздушной кукурузы [8]. Движущей силой этого процесса является влага зерновки, которая вследствие термо- влагопроводности (термодиффузии) по капиллярам и порам перемещается к центру зерна. Осуществить это можно, например, ИК-облучением зерна. Так как величина плотности потока ИК-излучения достаточно большая, то влага, сконцентрированная в центре зерновки, нагревается до 110–150 °С, испаряется очень быстро, что приводит к мгновенному повышению давления водяных паров. При этом зерно разрушается, но не рассыпается, уменьшаются его прочностные характеристики, что способствует снижению энергозатрат при его дальнейшей обработке (помоле, плющении и т.д.), а также облегчается разжевывание животными [2, 6].

Анализ научных и других источников свидетельствует о том, что имеются данные о результатах отдельных работ, направленных на разработку способов и технологических процессов получения и использования полуфабрикатов из зернового сырья на кормовые цели [4, 7]. Однако в литературе отсутствуют данные о получении кормовой патоки из ИК-облученного зерна пшеницы.

Ранее нами были проведены исследования по определению зависимости степени деструкции крахмала и прочностных характеристик зерна пшеницы от влажности и плотности потока ИК-излучения, с учетом, того что влажность зерна при уборке урожая вследствие различных погодных условий находится в диапазоне 12–18%. Было установлено, что крахмал частично подвергается деструкции, а прочностные характеристики зерна уменьшаются до 6 раз [3]. Эти данные позволяли предположить, что процесс ферментативной биоконверсии облученного зерна должен протекать за более короткие промежутки времени и с меньшими затратами энергии.

Цель исследования

Целью исследования является изучение режимов биоконверсии зерна пшеницы, подвергнутого ИК-облучению при определенных значениях плотности потока и влажности, в кормовую патоку, обеспечивающих увеличение выхода сахаров, снижение продолжительности процесса и, соответственно, энергозатрат.

Материалы и методы исследования

Для исследований было подготовлено цельное зерно пшеницы, обработанное инфракрасным из-

лучением по 9 вариантам, и зерно пшеницы, необработанное, в качестве контроля. Для исследования процесса осахаривания зерна в процессе получения кормовой патоки использовались мультиэнзимные композиции. Исследование влияния параметров биотехнологической конверсии зерна в кормовую патоку проводилось на разработанной в ГНУ СибНИТИП оригинальной установке – гидромеханическом диспергаторе (рисунок).

При проведении исследований контролировалось содержание сахаров в пробах, отобранных при различных временных выдержках и энергозатраты на производство кормовой патоки.

Общий сахар в патоке определялся по гостированной методике.

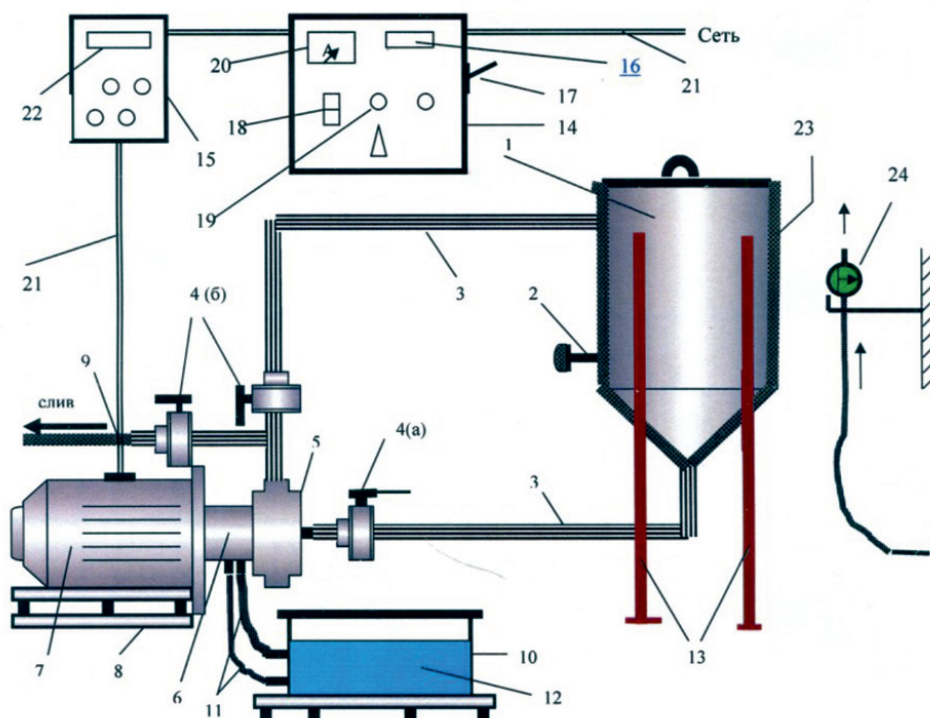
Основными элементами гидромеханического диспергатора являются емкость рециркуляции (1) и кавитационная ячейка с рабочими органами (5). В емкость рециркуляции заливается вода, включается диспергатор и порциями вносится ИК-обработанное зерно. По окончании внесения зерна вносятся мультиэнзимные композиции, емкость закрывается и далее подвергается гидромеханической обработке. Пробы патоки отбираются через равные промежутки времени. В процессе гидромеханической обработки реакционная масса многократно проходит через рабочие органы. В результате интенсивных гидродинамических и гидромеханических воздействий на водо-зерновую суспензию идет ее диспергирование и саморазогрев: стадия желатинизации-клейстеризации. Последующие стадии процесса разжижения и осахаривания проводятся в присутствии мультиэнзимных композиций.

Аналогичные операции проводились и с необработанным зерном.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований приведены в таблице. Установлено, что при ферментативной биоконверсии необлученного цельного зерна значимый выход углеводов в патоке достигает значений 16,80% (таблица, строка № 1) через 210 минут обработки. После ИК-облучения зерна той же влажности (12%) близкие результаты по содержанию углеводов в патоке достигаются уже за 60 минут обработки, когда выход углеводов составил 16,98% (таблица, строка № 2). Увеличение плотности потока ИК-излучения при 12% влажности зерна приводит к повышению выхода сахаров в среднем на 2,5% (таблица, строки № 2–4).

Биоконверсия ИК-облученного зерна с большей влажностью (15% и 18%) показала, что содержание сахаров в патоке увеличивается на 2% по сравнению с зерном 12% влажности (таблица, строки № 5–10). По сравнению с необлученным зерном этот показатель возрастает на 8% (таблица, строка № 1).



Лабораторная установка гидродинамического диспергирования. 1 – емкость рециркуляции; 2 – датчик температуры; 3 – продуктопровод; 4 (а-б) – затворы; 5 – кавитационная ячейка; 6 – сальниковый узел; 7 – электродвигатель; 8 – рама-компенсатор; 9 – канал для слива; 10 – модуль охлаждения сальникового узла; 11 – водоподводящие шланги; 12 – вода; 13 – стойки; 14 – щит управления; 15 – частотный преобразователь; 16 – индикатор температуры; 17 – выключатель; 18 – кнопки «Пуск» и «Стоп», 19 – кнопка аварийного отключения; 20 – амперметр; 21 – подводный кабель; 22 – индикатор скорости вращения двигателя, 23 – теплоизоляция; 24 – расходомер воды

Экспериментальные данные по ферментативному гидролизу ИК-облученного и необлученного зерна

№ п/п	Контролируемые параметры		Продолжительность обработки, мин					
	Исходная влажность зерна, %	Плотность потока ИК-излучения, кВт/м ²	30	60	90	130	170	210
			Содержание общего сахара в патоке, %					
1	12,0	необлученное зерно	9,876	12,040	13,893	14,510	15,436	16,801
2	12,0	17,0	12,040	16,980	17,906	19,141	19,759	19,141
3	12,0	20,0	6,174	13,275	14,819	17,598	18,524	21,611
4	12,0	23,0	15,128	15,438	15,445	17,906	18,529	21,617
5	15,0	17,0	22,229	18,524	19,141	20,685	21,920	17,598
6	15,0	20,0	20,685	21,610	21,611	21,614	21,928	22,229
7	15,0	23,0	6,174	8,644	9,570	11,423	14,819	24,696
8	18,0	17,0	12,349	15,436	18,524	19,141	20,067	22,229
9	18,0	20,0	6,792	13,584	15,436	17,906	19,141	20,685
10	18,0	23,0	18,524	20,067	21,611	23,155	23,772	24,699

В результате множественного регрессионного анализа экспериментальных данных содержания сахаров в патоке, связанных с влиянием изменяемых параметров, а именно, влажности зерна и плотности

потока ИК-излучения, получена эмпирическая зависимость:

$$Y = 2,142 + 0,291 * X1 + 0,754 * X2,$$

где Y – содержание сахаров, %;

X1 – влажность зерна, %;

X2 – плотность потока ИК-излучения, кВт/м².

Анализируя регрессионное уравнение, отражающее зависимость выхода общего сахара от влажности зерна и плотности потока ИК-излучения, можно заключить, что на реакционную способность в большей степени влияет плотность ИК-излучения, в то время как влажность зерна оказывает существенно меньшее влияние.

Установлено, что продолжительность процесса биоконверсии ИК-облученного зерна сокращается в среднем в 3,5 раза, а энергетические затраты уменьшаются в 2,5 раза.

Выводы

Результаты исследования показывают, что предложенный способ дает достоверный результат и может быть использован для разработки усовершенствованной технологии получения кормовой патоки путем механо-биохимического воздействия.

При получении кормовой патоки из предварительно ИК-обработанного зерна, снижаются время биоконверсии зерна и энергетические затраты по сравнению с существующим процессом. Вероятно, это происходит за счет уменьшения прочности зерна и повышения атакующести деструктурированного крахмала ферментами мультиэнзимной композиции.

Значимость работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы при разработке технологии получения кормовой патоки из других видов зернового сырья, подвергнутого ИК-облучению.

Список литературы

1. Аксенов В.В. Комплексная переработка растительного крахмалосодержащего сырья в России / В.В. Аксенов. Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 5. – С. 213–218.
2. Березовикова И.П. Обоснование режимов микронизации зерна пшеницы для производства цельнозерновых продуктов / И.П. Березовикова, П.Е. Влощинский. Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 3. – С. 5–7.
3. Волончук С.К. Подготовка зерна пшеницы инфракрасным облучением для получения кормовой патоки / С.К. Волончук, В.В. Аксенов, С.А. Дубкова, А.И. Резепин. Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 10. – С. 12–14.
4. Зверев С.В. Повышение качества фуражного зерна высокотемпературная микронизация / С.В. Зверев, А.М. Соловьев, М.В. Брусков и др. – М.: Делипринт, 2001. – 35 с.
5. Мотовилов К.Я. Нанозобиотехнология производства зерновых паток для животноводства: методические рекомендации / К.Я. Мотовилов, О.К. Мотовилов, В.В. Аксенов В.В., и др. – Новосибирск, 2015. – 60 с.
6. Панфилова И.А. Разработка технологии быстрораствориваемой крупы и хлопьев из целого зерна пшеницы профилактического назначения с использованием ИК-обработки: автореф. дис. канд. техн. наук: / Панфилова Ирина Аркадьевна. – М., 1998. – 22 с.
7. Патент РФ №2012125099/13, 10.06.2012. / В.И. Сыроватка, Ю.А. Иванов, Т.С. Комарчук, А.Н. Векленко. Способ производства вспученного фуражного зерна // Патент России № 2518726. Публ. 10.06.2014.
8. Производство взорванных зерен [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://msd.com.ua/pishhevye-koncentraty/proizvodstvo-vzorvannykh-zeren/> (дата обращения 23.06.2015).