

УДК: 66-954

Перспективы использования побочного сырья для производства продуктов питания

Канд. техн. наук **М.И. Кременевская**, Marianna.Kremenevskaya@mail.ru

А.В. Вихарев

Университет ИТМО

191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

И.Ю. Юдина

ООО «Дж. Т.И. Россия»

123100, Россия, Москва, 1-й Красногвардейский проезд, 15

Разработана технология гидролиза и определения специфических свойств побочного продукта производства зерновых – рисовой лузги – с целью получения безопасных продовольственных продуктов высокого качества. Двухступенчатый процесс гидролиза проводился в присутствии химических катализаторов. На каждой ступени определяли следующие параметры: вид и концентрацию катализаторов, температуру, продолжительность процесса и объемное соотношение сырья к химическому реагенту. После обработки рисовой лузги раствором соляной кислоты при температуре 120°C в течение 6 ч на первой ступени гидролиза, продукт охлаждали, нейтрализовали и гомогенизировали. На второй ступени гидролиз гомогенизированного продукта проводили гидроксидом натрия при тех же режимных параметрах процесса. По окончании гидролиза продукт нейтрализовали, выдерживали и сушили в аппарате со встречно-закрученными потоками инертного носителя при температуре сушильного агента на входе в аппарат 145°C и на выходе – 95°C. Установлено, что высушенный гидролизат рисовой лузги не обладает токсичностью и может быть использован в рационах жвачных животных.

Ключевые слова: рисовая лузга; двухступенчатый гидролиз; химические катализаторы; сушка; порошкообразный гидролизат; перевариваемый.

DOI: 10.17586/2310-1164-2016-9-2-49-53

Prospects for the use of by-products for food production

Ph.D. **Marianna I. Kremenevskaya**, Marianna.Kremenevskaya@mail.ru

Andrey V. Vikharev

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

Irina Yu. Yudina

Ltd George. TI Russia

123100, Russia, Moscow, 1st Krasnogvardeyskiy proezd, 15

The article deals with a technology of grain by-product (rice husk) hydrolysis and determination of its specific properties to produce safe food products of high quality. The two-stage hydrolysis process was carried out in the presence of chemical catalysts. The following parameters were determined at each stage: the type and concentration of catalyst, temperature, processing time, and the volumetric ratio of raw material to chemical reagent. After processing rice husk with hydrochloric acid at the temperature of 120°C for 6 hours in the first stage hydrolysis, the product was cooled, neutralized, and homogenized. In the second step hydrolysis of homogenized product was carried out with sodium hydroxide with the same process parameters. Then the product was neutralized, heated, and dried in the apparatus with counter-twisted inert carrier flow. The inlet temperature of the drying agent was 145°C, the outlet one – 95°C. It was found that the dried hydrolysate of rice husk is not toxic and can be used in rations for ruminant.

Keywords: rice husk; two-stage hydrolysis; chemical catalysts; drying; powder hydrolysate; indigestible.

Введение

Разработка новых технологий переработки побочных продуктов животного и растительного происхождения позволит создавать продукцию с заданными функционально-технологическими свойствами. Побочное сырье мясо-, птице- и рыбопереработки обрабатывали методом гидролиза в присутствии микроконцентраций химических катализаторов. Регулирование режимных параметров процесса позволяет получать белковые ингредиенты молекулярной массой от 700 кДа до 215 Да [1]. В зависимости от дальнейшего назначения они могут быть использованы в производстве полуфабрикатов [2], начинок [3], колбасных, деликатесных изделий, паштетов, консервах и других пищевых продуктах [4–6].

Среди побочных продуктов растительного происхождения наиболее актуальной представляется переработка рисовой лузги. В настоящее время объем рисовой лузги, подлежащей утилизации, только на Кубани составляет примерно 60 тыс. т ежегодно [7]. В России ее промышленное использование в основном сводится к переработке в гидролизном производстве [8, 9]. Значительная часть лузги просто сжигается ввиду отсутствия эффективных технологий по ее утилизации. На сегодняшний день предложен проект производства переработки рисовой лузги, производительностью 9 тыс. т, с получением электроэнергии и кремне-углеродных порошков [10, 11].

Представляется актуальным использование побочных продуктов растительного происхождения для нужд пищевой промышленности.

Объекты и методы исследования

Рисовая лузга, как и продукт ее гидролизной переработки – лигнин, при наличии соответствующих технологий может стать ценным сырьем для производства ряда веществ и материалов, применяемых в различных отраслях промышленности. Химический состав лузги представлен в основном белком (2–3%), жиром (0,5–1,0) и клетчаткой (36–45), минеральный состав золы (15–24%) содержит SiO_2 (90,5–99,0%), CaO (0,25–2,28), K_2O (1,10–3,15), Na_2O (0,75%) и др. Основными углеводами лузги являются целлюлоза (клетчатка) и гемицеллюлоза (в основном пентозаны). Важно отметить наличие в рисовой лузге органических кислот, полифенольных соединений, играющих роль природных консервантов и антиоксидантов. Суммарное их количество, выделенное из лузги, составляет около 0,4%. В пищевой промышленности применяемые дозы консервантов и биологически активных добавок строго регламентированы. На сегодняшний день не существует универсальных консервантов, пригодных для всех пищевых продуктов [12].

Учитывая особенности пищевых продуктов и разное воздействие отдельных консервантов, были проведены исследования, связанные с выявлением токсичного действия гидролизата, полученного из рисовой лузги.

Гидролиз проводили двухступенчатым способом. Первая ступень заключалась в гидролитической обработке рисовой лузги в присутствии соляной кислоты концентрацией 5% при температуре 120°C в течение 6 ч. Объемное соотношение сырья к раствору составляло 1:8. Затем проводилась нейтрализация промежуточного продукта до $\text{pH} = 7 \pm 0,5$ и гомогенизация до размеров частиц 0,7–1,0 мм.

На второй ступени при тех же параметрах режима проведения процесса проводился гидролиз в присутствии гидроксида натрия концентрацией 3%, нейтрализация, гомогенизация до размеров частиц 0,5–0,7 мм, фильтрация и выдержка в течение 1–2 ч конечного продукта.

Затем гидролизат сушили в сушильном аппарате со встречно-закрученными потоками инертных тел [13, 14] при температуре сушильного агента на входе в аппарат 145°C и на выходе – 95°C.

Так как условия получения обуславливают высокое содержание соли в продукте, а сам гидролизат обладает темным цветом, что неблагоприятно влияет на органолептические свойства мясных изделий, была предпринята попытка обессолить и обесцветить гидролизат рисовой лузги. Для этого применялось:

– фильтрация гидролизатов с помощью фильтров различной степени пористости (стандартной фильтровальной бумаги, фильтров «красная» лента и «синяя» лента) с целью отделения крупных, не подвергшихся гидролизу частиц, от раствора.

– деминерализация (обессоливание) растворимой части гидролизатов осуществлялась с помощью ионообменных смол. Из гидролизата последовательно удалялись ионы натрия и хлорид-ионы катионитом КУ-2-8-чС и анионитом АВ-17-8-чС соответственно.

Подготовка ионитов проводилась следующим образом. Навеску анионита заливали 10% раствором гидроксида натрия, катионита – 10% раствором соляной кислоты в пятикратном избытке. По истечении 24 ч иониты промыли дистиллированной водой на фильтре до нейтральных значений рН.

Для проведения деминерализации к фильтрованному раствору гидролизатов добавляли навеску катионита. Процесс осуществлялся при постоянном перемешивании в течение часа. После этого гидролизат фильтровали через стандартный бумажный фильтр для отделения катионита. Далее к фильтрату добавили навеску анионита и обработали аналогичным образом.

Учитывая данные по обменной емкости ионитов для деминерализации 1 л раствора необходимо: 1,925 л анионита и 1,1 л катионита.

В ходе исследований контролировался выход продукта после фильтрации гидролизатов, содержание сухих веществ и оценка степени прозрачности фильтратов.

Определение сравнительной прозрачности проводили оптическим методом, суть которого заключается в следующем. Направленный пучок света от источника проходит через кювету, заполненную фильтратом. Часть светового потока поглощается слоем фильтрата, другая рассеивается на взвешях, третья проходит через слой фильтрата. Световой поток, прошедший через слой, воспринимается фотоэкспонетром и фиксируется его суммирующим устройством. Величина светового потока, прошедшего через фильтрат, определяется его прозрачностью.

Исследования общей влажности гидролизатов, сырого и влажного протеина, сырой клетчатки и золы проводили в ФГБУ «Ленинградская межобластная ветеринарная лаборатория».

Результаты и их обсуждение

Фильтрация полученных гидролизатов рисовой лузги проводилась на фильтрах с различной степенью пористости последовательно для отделения крупных, не подвергшихся гидролизу частиц, от раствора. Данные исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние фильтрации на выход гидролизата рисовой лузги

Стандартная фильтровальная бумага		
объем гидролизата, л	объем фильтрата I, л	выход фильтрата I, %
5,00	3,25	65,0
фильтр «красная» лента		
объем фильтрата I, л	объем фильтрата II, л	выход фильтрата II, %
0,250	0,218	87,2
фильтр «синяя» лента		
объем фильтрата II, л	объем фильтрата III, л	выход фильтрата III, %
0,100	0,974	97,4

Как видно из таблицы основная, нерастворимая в воде часть, была отделена при первой фильтрации, что соответствует размеру частиц больше 10 нм, так как примененный фильтр обладает именно таким диаметром пор.

Таким образом, достаточно использовать стандартный бумажный фильтр, который задерживает большинство частиц, не подвергшихся гидролизу (диаметр пор ~ 10 нм). Более тонкая фильтрация не представляет интереса.

Деминерализация с помощью ионообменных смол позволила получить светлые растворы, но с очень малым содержанием сухих веществ. Очевидно, это связано с тем, что примененные аниониты и катиониты сорбировали большую долю веществ гидролизата.

Степень прозрачности фильтратов оценивали по отношению к воде, а именно, фильтрат тем прозрачнее, чем значение его прозрачности ближе к значению прозрачности воды, выражаемое в ед. DIN.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Пропускаемость света и содержание сухих веществ в гидролизатах рисовой лузги различной степени фильтрации

Вид гидролизата	Поглощаемость, света, ед. DIN	Пропускаемость, света, 1/ед. DIN	Содержание сухих веществ, %
необессоленный, нефильтрованный	36	0,027	29,0
фильтрат I, необессоленный	30	0,033	1,8
фильтрат II, обессоленный	20	0,050	0,8
фильтрат III, обессоленный	18	0,055	0,6

Как видно из представленных данных, чем тоньше фильтрация, тем более светлым становится раствор. Однако при этом в фильтрате содержание сухих веществ уменьшается.

Исследования химического состава показали, что общая влажность гидролизата рисовой лузги составляет 18,25%, сырой и перевариваемый протеин соответственно 2,43 и 54,32%, сырая клетчатка – 33,76%, кормовые единицы – 0,15 к.ед/кг, обменная энергия – 7,50 ккал/100 г, растворимые углеводы – 0,6%. Содержание макро- и микроэлементов составляет: фосфор 0,09%, кальций 0,31, натрий 7,14, магний 0,12, калий 0,18%, железо 381 мг/кг, медь 2,17 мг/кг, цинк 14,06 мг/кг, марганец 14,05 мг/кг. Содержание лизина, метионина и цистина составляет соответственно 0,08; 0,04 и 5,25%. Экспресс-биотест на инфузориях [15] показал, что продукт не является токсичным при норме ввода в продукт до 20%.

Вывод

Определено, что обессоленный гидролизат рисовой лузги, полученный методом гидролиза в присутствии химических катализаторов 5% HCl и 3% NaOH двухступенчатым способом, содержит ряд ценных для животных питательных веществ и не обладает токсичностью при введении в корма до 20%.

Установлено, что полученный продукт имеет относительно высокий коэффициент перевариваемости сырого протеина 54,32%, в то время, как у нативного продукта он составляет 10%. Однако, учитывая сравнительно низкую кормовую ценность, вводить ее в рацион животных следует в ограниченных количествах с учетом содержания соли и клетчатки в кормах.

Литература

1. Куцакова В. Е., Фролов С. А., Кременевская М. И., Москвичева Е. В. Зависимость технологических свойств гидролизатов коллагена от концентрации катализатора // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 12. С. 20–22.
2. Куцакова В. Е., Кременевская М. И., Казаков Д. С. Кинетика замораживания тестовых полуфабрикатов с различными начинками // Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 42–43.
3. Куцакова В. Е., Фролов С. В., Кременевская М. И., Москвичева Е. В. О продолжительности замораживанияпельменей // Мясная индустрия. 2012. № 5. С. 62–63.
4. Куцакова В. Е., Фролов С. В., Кременевская М. И., Марченко В. И., Голованцева О. В., Москвичев А. С., Струженко И. Ю. Способ производства мясного продукта с использованием гидролизата мясокостного остатка: пат. 2303881 Российская Федерация. 2006. Бюл. № 22. 5 с.
5. Кременевская М. И., Клементьев Д. А. Использование композиций белковых ингредиентов из мясокостного остатка в производстве мясной деликатесной продукции // Мясной ряд. 2015. № 3. С. 32–34.
6. Куцакова В. Е., Москвичева Е. В., Сеничев Д. А., Доморацкий С. С. Производство паштетов с использованием нетрадиционного и малоценного сырья // Мясной ряд. 2010. № 2. С. 60–62.
7. Шиловский В. Н., Харитонов Е. М., Шеуджен А. Х. Селекция и сорта риса на Кубани. Майкоп, 2001. 34 с.
8. Горпиченко Т. В. Культура риса в России // Всероссийский центр по оценке качества сортов сельскохозяйственных культур: тезисы докладов. Краснодар: КГАУ, 2006.

9. Козьмина Е.П., Аниканова З.О. О производстве и использовании риса // Мукомольная промышленность. 1971. № 1. С. 19–23.
10. Козьмина Е.П. Хранение и переработка риса. М.: Колос, 1966. 160 с.
11. Кислухина О.В., Кюдудас И. Биотехнологические основы переработки растительного сырья. Каунас: Технология, 1997. 183 с.
12. Богатырев А.Н., Большаков О.В., Макеева И.А., Тутельян В.А. Использование БАД в пищевых продуктах // Пищевая промышленность. 1997. № 9. С. 25–27.
13. Kutsakova V.E. Effect of inert particles properties on performance of spouted bed dryers. *Drying Technology*. 2007, no. 4, pp. 617–620.
14. Куцакова В.Е., Фролов С.В., Шкотова Т.В., Чичина Т.В. Кинетические закономерности процесса сушки пивных дрожжей // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 4. С. 93–95.
15. Куцакова В.Е., Ида А.А., Кременевская М.И. Исследование токсикологических характеристик сухих грибных гидролизатов // Известия СПбГУНИПТ. 2002. № 1. С. 62–63.

References

1. Kutsakova V.E., Frolov S.A., Kremenevskaya M.I., Moskvicheva E.V. Zavisimost' tekhnologicheskikh svoystv gidrolizatov kollagena ot kontsentratsii katalizatora [Dependence of technological properties of collagen hydrolyzate on the catalyst concentration]. *Storage and processing of agricultural raw materials*. 2009, no. 12, pp. 20–22.
2. Kutsakova V. E., Kremenevskaya M. I., Kazakov D. S. Kinetika zamorazhivaniya testovykh polufabrikatov s razlichnymi nachinkami [Kinetics freeze test semi-finished products with a variety of fillings]. *Food Industry*. 2011, no. 5, pp. 42–43.
3. Kutsakova V.E., Frolov S.V., Kremenevskaya M.I., Moskvicheva E.V. O prodolzhitel'nosti zamorazhivaniya pel'menei [About the duration of the freeze dumplings]. *Meat Industry*. 2012, no. 5, pp. 62–63.
4. Kutsakova V.E., Frolov S.V., Kremenevskaya M.I., Marchenko V.I., Golovantseva O.V., Moskvichev A.S., Struzhenko I.Yu. *Sposob proizvodstva myasnogo produkta s ispol'zovaniem gidrolizata myasokostnogo ostatka* [A method of producing a meat product using the hydrolyzate of meat and bone residue]. Patent RF, no. 2303881. 2006.
5. Kremenevskaya M.I., Klement'ev D.A. Ispol'zovanie kompozitsii belkovykh ingredientov iz myasokostnogo ostatka v proizvodstve myasnoi delikatesnoi produktsii [Using compositions of protein ingredients of meat and bone residue in the production of meat delicatessen products]. *Meat series*. 2015, no. 3, pp. 32–34.
6. Kutsakova V.E., Moskvicheva E.V., Senichev D.A., Domoratskii S.S. Proizvodstvo pashtetov s ispol'zovaniem netraditsionnogo i malotsennogo syr'ya [Production of pastes using a non-traditional raw materials and low-value]. *Meat series*. 2010, no. 2, pp. 60–62.
7. Shilovskii V.N., Kharitonov E.M., Sheudzhen A.Kh. *Selektsiya i sorta risa na Kubani* [Selection and rice varieties in the Kuban]. Maikop, 2001, 34 p.
8. Gorpichenko T.V. Kul'tura risa v Rossii [Culture of rice in Russia]. *All-Russian Center for Quality Assessment of crop varieties*. Abstracts thesis. Krasnodar, KGAU, 2006.
9. Koz'mina E.P., Anikanova Z.O. O proizvodstve i ispol'zovanii risa [On the production and use of rice]. *Milling industry*'. 1971, no. 1, pp. 19–23.
10. Koz'mina E.P. *Khranenie i pererabotka risa* [Storage and processing of rice]. Moscow, Kolos, 1966, 160 p.
11. Kislukhina O.V., Kyudulas I. *Biotehnologicheskie osnovy pererabotki rastitel'nogo syr'ya* [Biotechnological bases of processing of vegetable raw materials]. Kaunas, Tekhnologiya, 1997, 183 p.
12. Bogatyrev A.N., Bol'shakov O.V., Makeeva I.A., Tutel'yan V.A. Ispol'zovanie BAD v pishchevykh produktakh [The use of dietary supplements in foods]. *Food Industry*. 1997, no. 9, pp. 25–27.
13. Kutsakova V.E. Effect of inert particles properties on performance of spouted bed dryers. *Drying Technology*. 2007, no. 4, pp. 617–620.
14. Kutsakova V.E., Frolov S.V., Shkotova T.V., Chichina T.V. Kineticheskie zakonomernosti protsessa sushki pivnykh drozhzhei [Kinetic laws of process of drying of brewer's yeast]. *Proceedings of the universities. Food technology*. 2012, no. 4, pp. 93–95.
15. Kutsakova V.E., Ida A.A., Kremenevskaya M.I. Issledovanie toksikologicheskikh kharakteristik sukhikh gribnykh gidrolizatov [Study the toxicology of dry mushroom hydrolysates]. *News SPbGUNIPT*. 2002, no. 1, pp. 62–63.

Статья поступила в редакцию 10.05.2016