

УДК 663.938

КОФЕЙНЫЙ ШЛАМ КАК ИСТОЧНИК ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Красина Ирина Борисовна

заведующий кафедрой

krasina@kubstu.ru

Хашпакянц Баграт Олегович,

аспирант

Кубанский государственный технологический университет

г. Краснодар, Россия

Аннотация. Отработанная кофейная гуща – кофейный шлам содержит большое количество органических соединений (т.е. жирных кислот, аминокислот, полифенолов, минералов и полисахаридов), которые позволяют предположить возможность его использования при производстве пищевой продукции. Определен химический состав кофейного шлама в зависимости от степени обжарки. Установлено, что углеводы, наиболее распространенный компонент кофейных зерен, увеличивался при обжарке от средней до темной степени из-за деполимеризации полисахаридов и / или увеличения содержания галактоманнанов, основных полисахаридов в обжаренном кофе с возрастающей степенью обжарки. Пищевые волокна представлены в основном нерастворимой фракцией.

Ключевые слова: кофейный шлам, биоактивные соединения, углеводы, пищевые волокна.

Производство и потребление растворимого кофе за последние десятилетия значительно выросло. В процессе производства растворимого кофе образуется твердый остаток от экстракции кофе. Этот остаток составляет примерно 50% от исходной массы кофейного сырья [1]. Таким образом, при производстве растворимого кофе ежегодно образуется большое количество остатков. Это требует разработки плана управления отходами в соответствии с существующими национальными правилами.

Отходы использованного кофе содержат большое количество органических соединений (например, жирных кислот, лигнина, целлюлозы, гемицеллюлозы и других полисахаридов), что говорит о необходимости их дальнейшей переработки и использования [2]. Некоторые исследователи предлагают отходы использованного кофе как биоресурсы для различных ценных соединений. Таким образом, остатки кофе были исследованы для производства биодизельного топлива [3], как источника сахаров [4], как прекурсор для производства активированного угля [5], как компост кормовую добавку [6,7] и в качестве сорбента для удаления ионов металлов [8].

Из-за неоднородной природы кофейных отходов большинство авторов, исследующих его возможную валоризацию, провели селективное фракционирование кофейных отходов для анализа и определения содержания конкретных компонентов, таких как лигнин и целлюлоза дубильные вещества и общие полифенолы [2]. Авторы [9,10] сообщили о содержании сахаров и золы; минеральный состав золы в отходах использованного кофе. Отработанная кофейная гуща – кофейный шлам - богата полисахаридами, белками, фенольными соединениями, меланоидинами и пищевыми волокнами [11]. Кофейно-диетические волокна, содержащие 84% нерастворимых и 16% растворимых пищевых волокон относительно общего количества пищевых волокон, обладают антиоксидантными свойствами и могут быть отнесены к категории антиоксидантных пищевых волокон [11]. Эти пищевые волокна, прочно связанные / связанные с танинами, метаболизируются в основном во время брожения в толстой кишке, а затем абсорбируются и распределяются по

тканям с потенциальной пользой для здоровья [11]. Ферментация пищевых волокон кофейного шлама флорой кишечника человека может потенциально выделять короткоцепочечные жирные кислоты, аналогичные таковым из неперевариваемой фракции фасоли, которая модулирует гены и белки, участвующие в противовоспалительном процессе [12]. Эти кислоты влияют на различные клетки, участвующие в воспалительных и иммунных ответах. Они модулируют функцию лейкоцитов и вызывают апоптоз лимфоцитов, макрофагов и нейтрофилов [13].

Физиологический потенциал и польза для здоровья кофейного шлама не был должным образом исследован, хотя он является богатым антиоксидантом и источником пищевых волокон (~60%) и не изучена возможность его использования в качестве полезного ингредиента при производстве мучных кондитерских изделий для населения в целом и для людей с особыми потребностями в питании. Наше исследование было направлено на оценку нутрицевтической активности биоактивных соединений из фракции неабсорбированного отработанного кофейного шлама.

Для исследований использовали кофе сорта Арабика средней и темной обжарки, а также кофейный шлам, полученный из этих зерен.

Углеводы, наиболее распространенный компонент кофейных зерен, увеличивался (6,8%) при обжарке от средней до темной (таблица 1) из-за деполимеризации полисахаридов и / или увеличения содержания галактоманнанов, основных полисахаридов в обжаренном кофе с возрастающей степенью обжарки. Также возможно, что во время обжарки олигомеры и особенно мономеры очень быстро превращаются в продукты реакции Майяра и пиролиза.

Содержание углеводов в кофейном шламе было выше (13,4%) при темной обжарке, чем при средней обжарке, что показывает большее количество нерастворимых полисахаридов (9,4% против 3,1% соответственно), связанных с матрицей кофейного шлама. Углеводы составляли 60% сухого веса кофейного шлама, полученного из кофе средней обжарки.

Таблица 1

Химический состав кофейных зерен средней и темной обжарки и кофейного шлама

	Средней обжарки		Темной обжарки	
	кофейное зерно	кофейный шлам	кофейное зерно	кофейный шлам
Белок	16,5	15,8	15,1	11,5
Липиды	15,9	15,1	15,7	15,3
Углеводы, в т.ч.	58,5	60,3	62,5	68,4
резистентный крахмал	4,8	5,6	5,7	6,2
Зола	6,2	1,8 ^c	4,3	1,1
Пищевые волокна, в т.ч.	48,6	57,1	48,2	58,6
растворимые	2,1	1,6	2,2	1,5 ^c
нерастворимые	46,5	55,5	45,9	57,1

Общая пищевая клетчатка (в основном нерастворимая клетчатка $\geq 95\%$) составляла 83, 95, 77 и 86% от общих углеводов кофейных зерен и шлама при темной и средней обжарке соответственно. Несмотря на то, что на кофейные зерна не влияла интенсивность обжарки, галактоманнаны во время обжарки деградировали умеренно, а оставшиеся в бобах не показали изменений молекулярной массы даже после темной обжарки. Напротив, арабиногалактаны деполимеризовались после легкого обжаривания как за счет деления основной цепи галактана, так и за счет потери арабинозы из боковых цепей. Резистентный крахмал, часто рассматриваемый как диетическая клетчатка, увеличивался (без достижения статистической значимости) с интенсивностью обжарки (18,8%) от средней к темной, тем самым вызывая аналогичное увеличение (10,7%) в соответствующем кофейном шламе. Термическая обработка (обжарка) потенциально индуцировала взаимодействия, приводящие к образованию модифицированного крахмала, сопротивляющегося ферментативному действию, и увеличению общего количества пищевых

волокон и их фракций. Содержание липидов оставалось стабильным во время обжарки и приготовления растворимого кофе, а значения в кофейном шламе на соответствующем уровне. Содержание белка снижается при обжарке и в кофейном шламе, вероятно, из-за участия белков в образовании меланоидина во время обжарки кофе. Содержание золы также снизилось при обжарке, и в кофейном шламе соответственно. Таким образом, при приготовлении растворимого кофе в кофейном шламе независимо от степени обжарки остается большое количество белка (15,8 и 11,5%) и, в меньшей степени, минеральных веществ (1,8 и 1,1%) и более высокая доля липидов (15,1 и 15,3%).

Полученные результаты подтверждают возможность использования кофейного шлама в пищевой промышленности в качестве источника пищевых волокон с пользой для здоровья.

Список литературы:

1. Cruz, R. Espresso coffee residues: A valuable source of unextracted compounds / R. Cruz, M.M. Cardoso, L. Fernandes, M. Oliveira, E. Mendes, P. Baptista, S. Morais, S. Casal // *J. Agric. Food. Chem.* – 2012, – 60, 7777–7784.
2. Хашпакянц, Б.О. Кофейный шлам как сырье для получения биологически активных добавок / Б.О. Хашпакянц, И.Б. Красина // *Научные труды Кубанского государственного технологического университета.* – 2016. – № 14. – С. 334-339.
3. Caetano, N.S. Valorisation of coffee grounds for biodiesel production / N.S. Caetano, V.F.M. Silva, T.M. Mata // *Chem. Eng. Trans.* – 26 (2012). – pp. 267-272.
4. Mussatto, S.I. A study on chemical constituents and sugars extraction from spent coffee grounds Carbohydr / S.I. Mussatto, L.M. Carneiro, J.P.A. Silva, I.C. Roberto, J.A. Teixeira // *Polym.* – 83 (2011) – pp. 368-374.
5. Tsai, W.T. Preparation and fuel properties of biochars from the pyrolysis of exhausted coffee residue / W.T. Tsai, S.C. Liu, C.H. Hsieh // *J. Anal. Appl. Pyrol.* – 93 (2012). – pp. 63-67.

6. Ковальченко, Н.А. Конверсионный подход комплексной переработки отходов кофейного производства для решения экологических проблем / Н.А. Ковальченко, Т.С. Коршик, В.В. Калатоzi // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С.172-176.

7. Башашкина, Е.В. Биоконверсия отходов производства растворимого кофе в продукты кормового назначения / Е.В. Башашкина, И.В. Шакир., Н.А. Суясов, В.И. Панфилов // Экология и промышленность России. – 2010. – № 1. – С. 18-19.

8. Oliveira, W.E. Untreated coffee husks as biosorbents for the removal of heavy metals from aqueous solutions / W.E. Oliveira, A.S. Franca, L.S. Oliveira, S.D. Rocha // J. Hazard. Mater. – 152 (2008). – pp. 1073-1081.

9. Хашпакянц, Б.О. Исследование химического состава кофейного шлама с целью получения биологически активных добавок / Б.О. Хашпакянц, И.Б. Красина, П.С. Красин // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2015. – № 4. – С. 79-80.

10. Красина, И.Б. Разработка рецептуры безглютеновых вафельных хлебцев из смеси гречневой муки и пищевой добавки «Кофейная» / И.Б. Красина, Б.О. Хашпакянц, Е.В. Филиппова, Е.В. Красина // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2020. – № 2-3. – С. 42-45.

11. Campos-Vega, R. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects / R. Campos-Vega, G. Loarca-Piña, H. Vergara-Castañeda, B.D. Oomah // Trends in Food Science & Technology. – 45 (1). – (2015). – pp. 24-36.

12. Campos-Vega, R. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects / R. Campos-Vega, G. Loarca-Piña, H. Vergara-Castañeda, B.D. Oomah // Trends in Food Science & Technology. – 45 (1). – (2015). – pp. 24-36.

13. Vinolo M. Regulation of inflammation by short chain fatty acids / M. Vinolo, H. Rodrigues, R. Nachbar, R. Curi // Nutrients. – 3 (10). – (2011). – pp. 858-876.

UDC 663.938

**COFFEE SLUDGE AS A SOURCE OF FIBER FOR FLOUR
CONFECTIONERY**

Krasina Irina Borisovna

Head of the Department

krasina@kubstu.ru

Khashpakyants Bagrat Olegovich

Post graduate student

Kuban State Technological University

Krasnodar, Russia

Annotation. Spent coffee grounds - coffee sludge contains a large amount of organic compounds (i.e. fatty acids, amino acids, polyphenols, minerals and polysaccharides), which suggest the possibility of its use in the manufacture of food products. The chemical composition of coffee sludge has been determined depending on the degree of roasting. It was found that carbohydrates, the most abundant component of coffee beans, increased during medium to dark roasting due to depolymerization of polysaccharides and / or an increase in the content of galactomannans, the main polysaccharides in roasted coffee with an increasing degree of roast. Dietary fiber is represented mainly by the insoluble fraction.

Key words: coffee sludge, bioactive compounds, carbohydrates, dietary fiber.