Автор Л.Б. Кузина
ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова»
Москва

ИЗУЧЕНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КРАХМАЛОВ И ИХ МОДИФИКАЦИИ

Аннотация: проведены исследования основных физико-химических и реологических свойств крахмалов разных видов и модификаций, разработан проект методики определения степени резистентности, показана возможность повышения устойчивости крахмалов путем внесения поперечных связей и влаготермической обработки. Это объясняется механизмом действия α-амилазы: гидролизуются α-1,4-гликозидные внутренние связи крахмала, в среде накапливается глюкоза, в меньшей степени мальтоза и декстрины.

Ключевые слова: резистентный крахмал, резистентность, методика определения, ретроградация, ферментация, модификация крахмалов, набухающий поперечно-сшитый крахмал, нативный крахмал.

Актуальность исследования – до недавнего времени потребление богатых углеводами продуктов было настоятельно рекомендовано диетологами. В настоящее время экономические условия и точки зрения приверженцев здорового питания изменились. Это выражается тенденцией к снижению калорийности продуктов питания, особенно в развитых странах.

Резистентный крахмал – натуральный пищевой компонент, который считается нейтральным для организма, увеличивая вес пищи, но не её калорийность. Он не повышает уровня глюкозы и инсулина в крови, демонстрирует оздоровительные свойства для организма человека [1-2].

Объекты исследования – крахмалы разного происхождения и модификации: нативные – картофельные, кукурузный (амилопектиновый и высокоамилозный), тритикалевый; набухающие и экструзионные крахмалы разных предприятий РФ; поперечно-сшитый картофельный и амилопектиновый картофельный, мальтодекстрин.

Цель работы – изучить амилорезистентность крахмалов разного происхождения и модификации, на основе полученных данных разработать проект методики определения степени резистентности.

В ходе анализа крахмальные клейстеры подвергали ферментативному гидролизу панкреатической амилазой (акт. 10 мг/см^3) и α-амилоглюкозидазой (акт. 30 ед/см^3). Инкубировали образцы при температуре 37 ^{0}С и 50 ^{0}С в течение 1 ч и 1,5 ч, что больше всего соответствует условиям ЖКТ человека. По истечении этого времени отбирали пробы для измерения глюкозы. Определения углеводного состава образцов осуществляли на жидкостном хроматографе фирмы Bischoff с рефрактометрическим датчиком фирмы Gilson.

По результатам исследований оказалось, что наибольшей степенью резистентности обладают нативный картофельный крахмал (16,02%), картофельный дикрахмалфосфат (17,93%) и набухающий кукурузный крахмал (18,0), а наименьшей – тритикалевый и картофельный амилопектиновый (импортный) по 8% и 8,2% соответственно, что подтверждает ранее полученные результаты экспериментов.

В рассмотренных статьях по методикам определения степени резистентности крахмалов, расчет идет по содержанию глюкозы в фильтрате и осадке [3-5]. Для подтверждения взаимосвязи проведен корреляционный анализ по критерию Спирмена (непараметрическая статистика), выявлены прямые и обратные зависимости, жирным выделены значимые.

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа для нативных крахмалов (кукурузный, тритикалевый и картофельные: «Северное сияние», «Пламя», «Мглинский», амилопектиновый), $p<0,05$

Показатели	**Навеска, г**	**Влага %**	**Амилоза, %**	**Фильтрат, %**			**Осадок, %**			**СР, %**
				ВМС	**Мальт.**	**Глюк.**	**ВМС**	**Мальт.**	**Глюк.**	
Навеска, г	1,000	**0,971**	-0,029	**0,883**	0,088	-0,088	-0,441	-0,412	0,088	0,118
Влага, %	**0,971**	1,000	0,086	**0,829**	0,257	-0,257	**-0,600**	-0,257	0,086	0,200
Амилоза, %	-0,029	0,086	1,000	-0,200	0,143	-0,143	-0,257	**0,657**	**-0,600**	**0,600**
ВМС ф., %	**0,883**	**0,829**	-0,200	1,000	0,257	-0,257	-0,429	-0,314	0,086	0,143
Мальт.ф.,%	0,088	0,257	0,143	0,257	1,000	-1,000	**-0,543**	**0,657**	-0,200	**0,600**
Глюк. ф.,%	-0,088	-0,257	-0,143	-0,257	-1,000	1,000	**0,543**	**-0,657**	0,200	**-0,600**
ВМС о., %	-0,441	**-0,600**	-0,257	-0,429	**-0,543**	**0,543**	1,000	-0,143	-0,371	-0,029
Мальт. о.,%	-0,412	-0,257	**0,657**	-0,314	**0,657**	**-0,657**	-0,143	1,000	**-0,657**	**0,771**
Глюк. о., %	0,088	0,086	**-0,600**	0,086	-0,200	0,200	-0,371	**-0,657**	1,000	**-0,886**
СР, %	0,118	0,200	**0,600**	0,143	**0,600**	**-0,600**	-0,029	**0,771**	**-0,886**	1,000

Результаты еще раз подтвердили факты: чем больше амилозы в крахмале, тем выше СР и чем больше глюкозы в осадке и фильтрате, тем меньше СР крахмала. Установлено, что СР имеет прямую зависимость не только от содержания амилозы, но и от мальтозы в фильтрате и осадке. Амилоза также

коррелирует с мальтозой (прямая зависимость) и глюкозой (обратная зависимость) в осадке. Содержание ВМС в осадке имеет обратную корреляцию с влагой и мальтозой в фильтрате крахмала и прямую с глюкозой в фильтрате, что естественно, так как мы определяем содержание в процентах.

Результаты научно-исследовательской работы:

– проведена оценка степени резистентности и разработан проект методики на примере крахмалов разного происхождения и их модификаций; всего методика испытана на 8 видах исходных и 14 модифицированных крахмалов в 10 и 5 повторностях для каждого образца;

– наиболее устойчивым к действию амилолитических ферментов являются картофельный нативный и модифицированный дикрахмалфосфат, а наименее – тритикалевый, и картофельный амилопектиновый крахмалы;

– установлено, что СР зависит от соотношения амилоза/амилопектин, типа кристалличности крахмала, размера гранул крахмала, взаимодействия крахмал-белок, образования комплексов амилоза-липид, процент ретроградированного крахмала, содержания амилозы, мальтозы и глюкозы в фильтрате и осадке крахмального.

Библиографический список

1 Slavin J et al. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. Nutrients. – 2013. – 5(4). С. 1417-1435.

2 Yong-Chen Shi, Clodualdo C. Maningat Resistant Starch: Sources, Applications and Health Benefits// Willey. – 2013. – 287 с.

3 McCleary B.V., Lucie M. J. Charmier, and Vincent A. McKie Measurement of Starch: Critical Evaluation of Current Methodology Article. Starch – Starke – June 2018 DOI: 10.1002/star.201800146;

4 McCleary B.V., Monaghan D.A. Measurement of resistant starch// Food composition and additives – 2002. – 85/3 С. 665-675;

5 Никитина Е.В., Габдукаева Л.З., Решетняк О.А. Резистентность модифицированных картофельных крахмалов, обработанных α- и β-амилазами // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – 10. С. 382-387.

Хотелось бы выразить благодарность за помощь и наставничество научному руководителю, науч. сотр. Л.Г. Кузьминой и мл. науч. сотр. М.Ф. Никитиной.

Научный руководитель
Коптелова Евгения Кузьминична, канд. техн. наук,
заведующая отделом технологии модифицированных крахмалов