

Каменева О.Б., Бычкова В.В., Кибальник О.П., Калинин Ю.А., Колганов Н.А.
Изучение некоторых свойств нативных крахмалов различного происхождения

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 633.174; 633.171

Изучение некоторых свойств нативных крахмалов различного происхождения

Каменева О.Б., Бычкова В.В., Кибальник О.П., Калинин Ю.А., Колганов Н.А.

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

Аннотация

В статье представлены результаты изучения физико-химических свойств растворов крахмалов, полученных из зерна сорго зернового, проса посевного, чумизы. Изучен биохимический состав нативных крахмалов. Определены интервалы температур клейстеризации водных растворов крахмала. Причем, интервалы показателей существенно различались в зависимости от природы происхождения. Так, наименьший размах варьирования интервала клейстеризации (5°C) выявлен у картофельного крахмала, наибольший – у соргового (14°C). Самой высокой температурой начала клейстеризации (70°C) характеризовался образец крахмала, полученный из зерна проса посевного. Установлено, что зёрна крахмала имеют кристаллообразную структуру, присущую многим видам зернового крахмала. Рассматриваемые зерновые культуры по представленным характеристикам могут использоваться в качестве альтернативного источника получения крахмала.

Ключевые слова: НАТИВНЫЙ КРАХМАЛ, ЗЕРНОВОЕ СОРГО, ПРОСО ПОСЕВНОЕ, ЧУМИЗА

Введение

Крахмал – один из самых востребованных продуктов международной торговли, его стоимость на мировом рынке определяется в основном стоимостью сырья, из которого он получен. По рейтингу стоимости, на сегодняшний день, первым стоит картофельный крахмал, затем кукурузный, сорговый и маниоковый. В этой связи производство крахмала в каждой стране ориентировано на местное сырье, что диктуется также независимостью сельскохозяйственной политики каждой страны. В настоящее время производство крахмала

в России динамично развивается, и это связано с ростом спроса на продукцию его биоконверсии со стороны различных секторов перерабатывающей промышленности. В пищевой промышленности они составляют альтернативу сахару при выработке широкой номенклатуры продукции различного назначения [1, 2].

Крахмал и его производные служат основой для получения широкого спектра продуктов питания, позволяющей придавать им определенные физико-химические и органолептические свойства, структуру и т.д. Трудно найти еще более универсальный материал, который бы обладал ценными качествами как студнеобразователь, загуститель, стабилизатор, сорбент и т.д. Продукты его переработки – мальтодекстрины и другие сахаристые вещества из крахмала почти полностью заменяют тростниковый и свекольный сахар в пищевой промышленности. Технические свойства крахмала и его производных успешно используются в медицине, фармакологии, строительстве, добыче ископаемых и многих других сферах. Неисчерпаем перечень продуктов, веществ и материалов, полученных в результате переработки и модифицирования крахмала, который будет и далее пополняться с развитием техники и технологий. Спрос на продукты и материалы из крахмала непрерывно растет, но основные крахмалоносные культуры пшеница и кукуруза малоурожайны в засушливых регионах и на обедненных почвах. Наблюдающаяся деградация земель и учащение засух во многих регионах РФ обязывает вести поиск альтернативных источников, дающих наибольший экономический эффект при скромных исходных составляющих. Накопление полноценного крахмала в зерне таких культур как сорго зерновое, просо посевное, чумиза позволяет считать их перспективным и надежным сырьем для глубокой переработки и получения широкого ассортимента продуктов и новых материалов [3, 4].

Сорго (*Sorghum*) – эта засухоустойчивая культура, в условиях дефицита влаги на сегодняшний день может обеспечивать высокие урожаи зерна (до 7–8 т/га и выше). Содержание крахмала в зерне составляет 70–80 %. Сорговый крахмал содержит меньше жира, привкус менее выраженный по сравнению с другими крахмалоносными культурами [5-7].

Благодаря комплексу биологических и хозяйственно ценных признаков и свойств, которыми обладают просо посевное и чумиза, в том числе и как крахмалоносы, также получили значение культур пригодных для переработки зерна на крахмал. Содержание

крахмала в зерне проса и чумизы не уступает пшенице, кукурузе и составляет 60-70%. Высокий коэффициент размножения, высокие урожаи зерна, засухоустойчивость, нетребовательность к плодородию почв свидетельствует о перспективности применения в технологиях глубокой переработки зерна на крахмал и крахмалопродукты [8-10].

Целью данного исследования являлось изучение физико-химических свойств водных растворов крахмалов, полученных из альтернативных зерновых культур.

Материал и методы

Технологическую сложность извлечения крахмала из зерна представляют белки зерна, связанные с крахмальными зёрнами водородными и химическими связями, или имеющие сложносоставную природу (композиционные белки, такие как клейковина), влияющую на консистенцию крахмалистой массы, некрахмальные полисахариды - гемицеллюлозы и пентозаны. Последние увеличивают вязкость крахмального «молока», чем значительно усложняют извлечение крахмала. Гемицеллюлозы составляют почти половину всех компонентов клеточных стенок оболочек зерна.

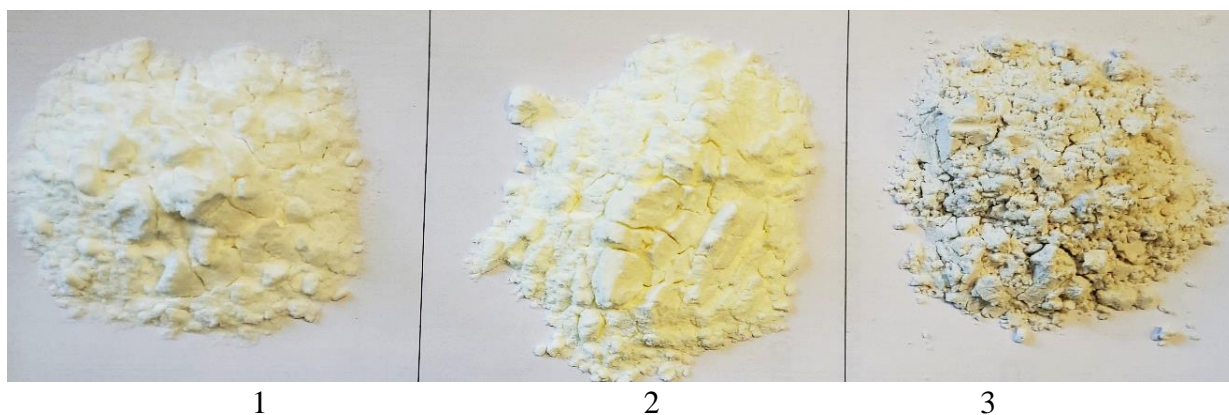
Для изучения некоторых физико-химических и технологических свойств крахмалов, в лабораторных условиях были получены образцы крахмалов методом гравитационного осаждения из зерна сорго сорта Бакалавр, проса посевного сорта Аполлон, чумизы – сорта Афродита. Для этого зерно размолотили на лабораторной мельнице ЛЗМ-1. В полученную муку добавляли воду, по объему в 1,5-2 раза большему объема муки. Массу тщательно перемешивали и оставляли на 5 часов для набухания структур и компонентов зерна, для лучшего разделения. По истечении времени мучнистую кашку пробили бытовым блендером для лучшего отхождения гемицеллюлоз, оболочек и других структур от крахмальных зёрен. После этого всю массу вместе с потоком воды пропускали через нейлоновое сито № 0,15 мм. Очищенное крахмальное молоко собирали в емкости для отстаивания. После осаждения крахмала надосадочную жидкость, с растворенным в ней белком и другими растворимыми компонентами, сливали с поверхности крахмального слоя. Промывание крахмалистой массы и ее ситование проводили 6-7 раз до полного освобождения от осадка задерживающегося на сите. Крахмал раскладывали на поддоны с бортиками, высушивали.

Биохимические показатели (протеин, жир, клетчатка, зола) определяли на инфракрасном анализаторе Spectra Star XT методом спектроскопии. Энергетическую ценность определяли по общепринятым методикам ГОСТ. Микроскопические исследования проводили с помощью микроскопа «Biolar» (Польша).

Результаты исследований

В эксперимент по выявлению некоторых физико-химических, органолептических, микроскопических свойств полученных трех образцов крахмала, вовлечены два вида крахмала из торговой сети: крахмал картофельный ГОСТ Р 53876-2010 высшего сорта и крахмал кукурузный ГОСТ 32159-2013 высшего сорта.

Внешний вид полученных образцов представляет собой однородные порошкообразные продукты с запахом, свойственным крахмалу. Цвет и белизна крахмала являются важными характеристиками его качества. Они зависят как от природных особенностей крахмалоносов, так и от способов извлечения крахмала. Чистые, хорошо промытые зерна крахмала с глянцевой или матовой поверхностью практически не поглощают, а отражают свет за счет многократного преломления и отражения в кристаллической структуре и поэтому выглядят белыми. Наличие же атомов и молекул посторонних элементов в кристаллах и примесей органического и неорганического происхождения даже в ничтожных долях создает цветовые оттенки. Так, по органолептической оценке, картофельный крахмал имеет чисто белый цвет, кукурузный - желтоватый, сорговый, просяной, чумизовый – сероватый оттенки (рис. 1).





4



5

Рис. 1. Оценка белизны и цвета образцов крахмала: 1- картофельный, 2 – кукурузный, 3 – сорговый, 4 – просяной, 5 – чумизовый

Для оценки эффективности выбранной технологии получения крахмала в лабораторных условиях, а также соответствия полученного крахмала параметрам ГОСТа проведен биохимический анализ всех видов крахмала (табл. 1).

Таблица 1. Биохимический состав и энергетическая ценность образцов крахмалов

Наименование крахмала	Протеин, %	Жир, %	Клетчатка, %	Зола, %	БЭВ, доброкачественность крахмала, %	Энергетическая ценность, ккал
Картофельный ГОСТ Р 53876-2010	0,61	0,24	0,0	0,31	98,84	398,20
Кукурузный ГОСТ 32159-2013	0,81	0,0	0,0	0,03	99,16	396,64
Сорговый	0,58	0,96	0,0	0,53	97,93	402,68
Просяной	6,10	0,94	0,76	0,33	91,87	400,34
Чумизовый	6,78	0,97	0,79	0,30	91,16	400,49

Влажность нативных крахмалов является также одной из характеристик, определяющих их сыпучесть и свойства формовочной смеси. Влажность картофельного крахмала составила - 12,88, кукурузного - 11,21, соргового – 10,95, просяного – 10,9, чумизового – 10,56 %.

Для оценки некоторых технологических и реологических свойств крахмалов, таких как температурный интервал клейстеризации, проводили нагреванием 10% растворов крахмалов (рис. 2).



Рис. 2. Процесс определения интервала температур клейстеризации

При этом фиксировали следующие показатели: начальную и конечную температуру клейстеризации раствора крахмала. Низкая температура клейстеризации крахмала считается негативным признаком, ограничивающим предел нагревания сырья для его разрушения и извлечения крахмала в промышленных технологиях.

Полученные образцы крахмала отличаются довольно высокими температурами начала клейстеризации. Самой высокой температурой начала клейстеризации характеризовался образец из проса посевного – 70°C (табл. 3).

Таблица 3. Интервалы температур клейстеризации 10% растворов крахмала

Наименование крахмала	Начальная температура клейстеризации, °С	Максимальная температура клейстеризации, °С
Картофельный ГОСТ Р 53876-2010	55	60
Кукурузный ГОСТ 32159-2013	68	74
Сорговый	68	82
Просяной	70	78
Чумизовый	69	75

Клейстеры крахмалов из образцов сорго зернового, проса посевного и чумизы также оценивали по окраске и прозрачности (рис. 3).

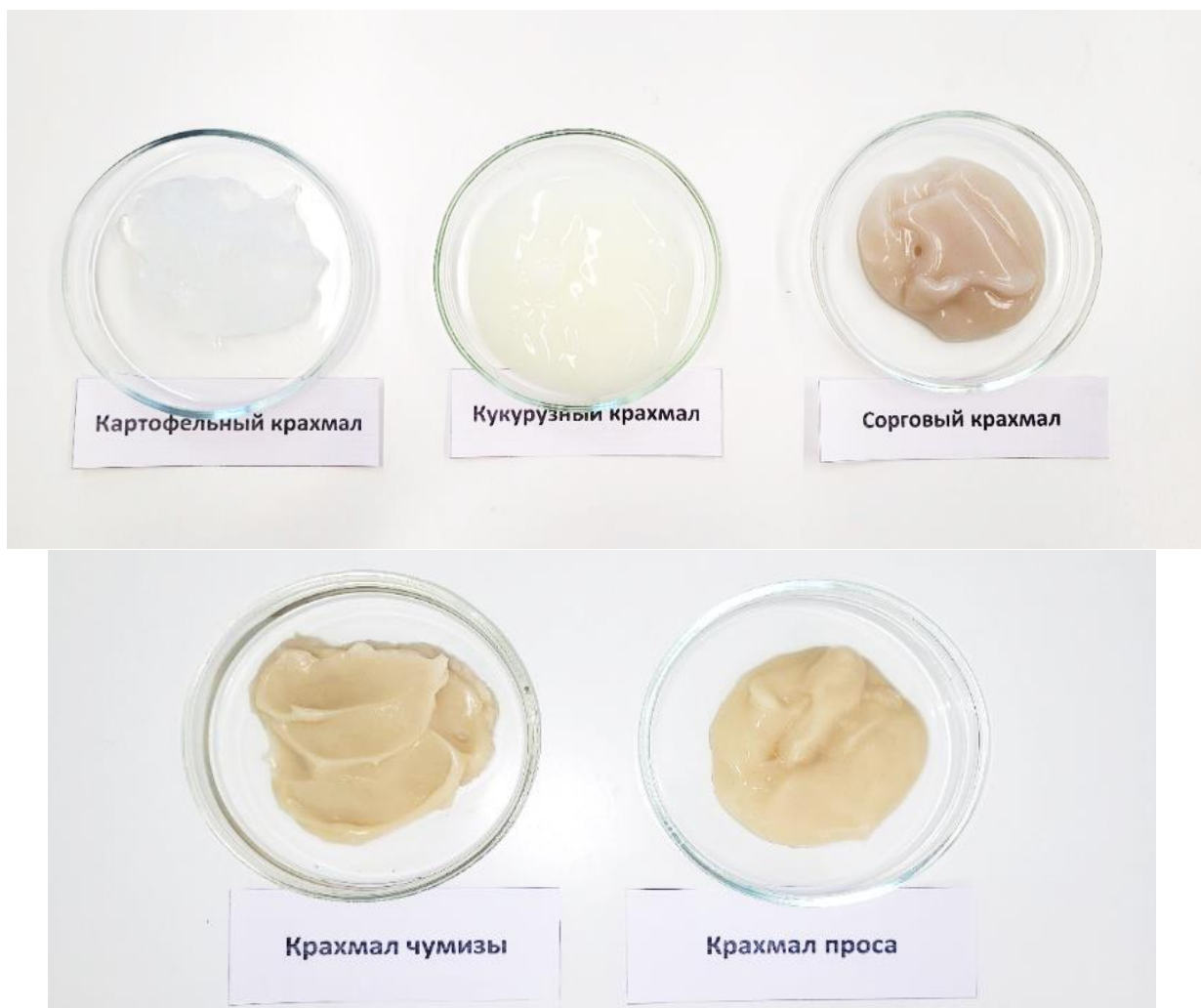


Рис. 3. Оценка цвета и прозрачности образцов клейстеризованных крахмалов.

Все клейстеризованные 30% растворы крахмала не прозрачны, имеют плотную вязкую структуру. Наступление фазы ретроградации крахмальных клейстеров происходило через 72-78 часов. Эту фазу фиксировали с наступлением видимого растрескивания поверхности всех образцов.

Для разработки технологии промышленного получения нативного крахмала важным аспектом является изучение морфологической структуры зёрен крахмала. Изучение структурных характеристик крахмалов проводили микроскопическими исследованиями 1% клейстеризованных растворов изучаемых образцов на поляризационно-интерференционном микроскопе «Biolar» с подкрашиванием исследуемого препарата раствором иодида калия (рис. 4).

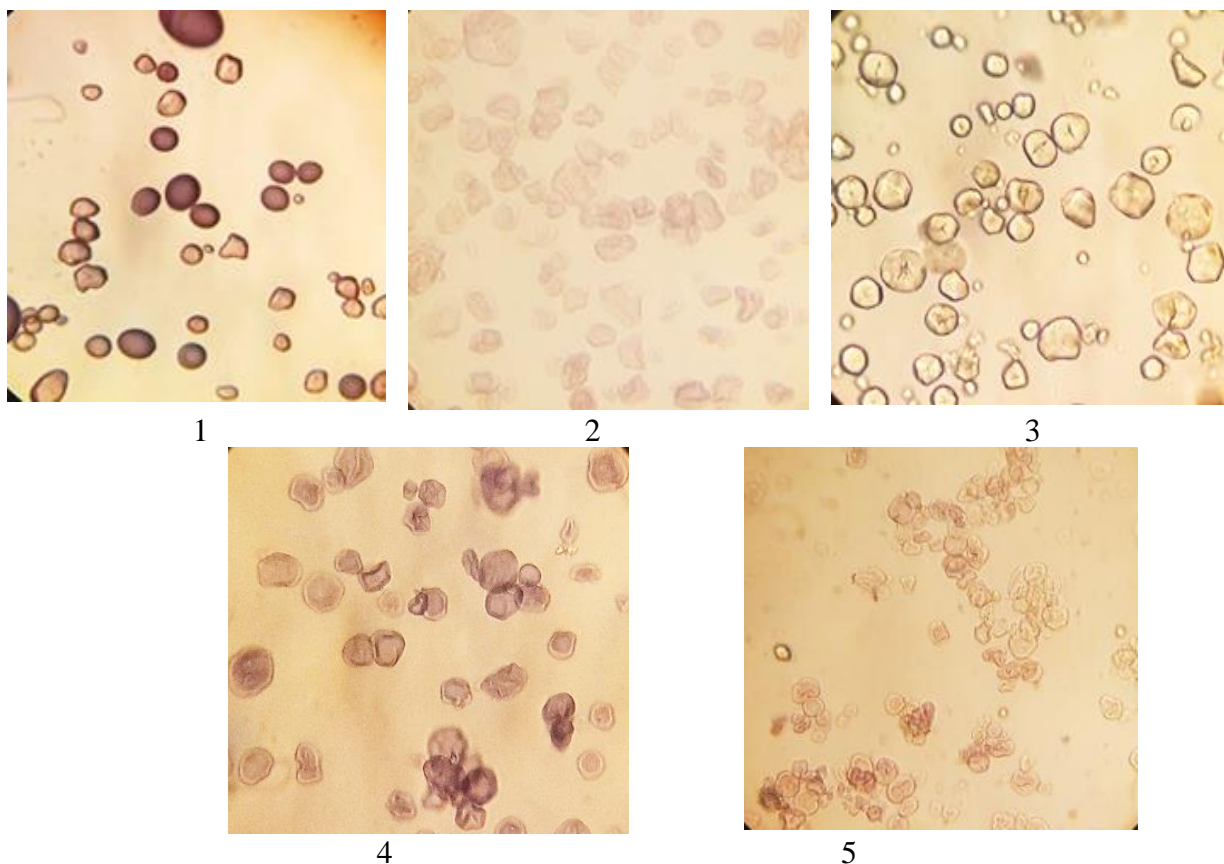


Рис. 4. Микрофотографии зерен крахмала изучаемых культур: 1 - картофельный, 2 - кукурузный, 3 - сорговый, 4 - просяной, 5 - чумизовый

Структура и состав нативного крахмала зависит от вида культуры, из зерна которого его получают. Геометрическая форма и размеры крахмальных зёрен имеют существенное значение при определении способов извлечения крахмала и установлении параметров разделяющих ситовых и осаждающих центрифугальных аппаратов. В соответствии с законом Стокса, чем больше размер зёрен крахмала, тем быстрее они осаждаются. Форма зёрен крахмала полученных образцов сорго, проса, чумизы многогранная, кристаллообразная, что подтверждается литературными данными о формировании их в белковой матрице при низкой влажности и сдавливаются во время созревания зерна. Тогда как зёрна картофельного крахмала имеют округлую или овальную форму.

Мелкие и неправильной формы зёрна крахмала имеют большее гидравлическое сопротивление и осаждаются медленнее, что требует при извлечении многократного ситования и значительного увеличения фактора разделения центрифугами.

Выводы

В результате проведенных лабораторных исследований изучены органолептические и физико-химические свойства полученных образцов крахмала из зерна сорго зернового, проса и чумизы, а также картофельного, кукурузного из торговой сети. Применение промышленных технологий извлечения крахмала подразумевает в том числе и технологический процесс нагревания сырья, поэтому одной из важных характеристик крахмала является высокая температура начала клейстеризации крахмала. Самой высокой температурой начала клейстеризации характеризовался образец крахмала из зерна проса посевного, которая составила 70°C. Определены температурные интервалы клейстеризации крахмальных растворов. Причем, интервалы показателей существенно различались в зависимости от природы происхождения. Так, наименьший размах варьирования интервала клейстеризации (5°C) выявлен у картофельного крахмала, наибольший – у соргового (14°C). Установлено, что зёрна крахмала имеют кристаллообразную структуру, присущую многим видам зернового крахмала. По энергетической ценности образцы оказались малоразличимы между собой: от 396,64 ккал у кукурузного крахмала до 402,68 ккал у соргового. Рассматриваемые зерновые культуры по представленным характеристикам могут использоваться в качестве альтернативного источника получения крахмала.

Список использованных источников:

1. Лукин Д.Н., Андреев Н.Р. К вопросу импортозамещения продуктов глубокой переработки зерна и картофеля // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2014. – № 4. – С. 291-294.
2. Аксенов В.В. Комплексная переработка растительного крахмалосодержащего сырья в России // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2007. – № 4. – С. 213-218.
3. Андреев Н.Р., Гольдштейн В.Г., Носовская Л.П., Адикаева Л.В., Дегтярев В.А. Перспективы развития глубокой переработки зерна // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 11. – С. 98-103.
4. Кузьмина Е.И., Егорова О.С., Акбулатова Д.Р., Свиридов Д.А., Ганин М.Ю., Шилкин А.А. Новые виды сахаросодержащего сырья для производства пищевой продукции // Пищевые системы. - Том 5. - № 2. – 2022. – С.145-156.
5. Kibalnik O., Semin D., Gorbunov V., Zhuzhukin V., Efremova I., Kukoleva S., Starchak V., Arhipov A., Kameneva O. Directions of breeding of grain sorghum in the Lowel Volga region of Russia// Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality, 2017.– N1.–P. 226-

229.

6. Сыркина Л.Ф., Никонорова Ю.Ю. Сорго зерновое как возможный источник сырья для переработки на крахмал и спирт // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10(163). – С. 95-100.

7. Куликова Н.Е., Чернобровина А.Г., Роева Н.Н., Попова О.Ю. Изучение процесса биоконверсии крахмала зернового сорго// Polish journal of science. – 2020. – №28. – Р. 12-15.

8. Янова М.А., Колесникова Н.А., Мучкина Е.Я. Исследование проса и продуктов его переработки. // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 11(110). – С. 130-135.

9. Кесаева М.Г., Шабанова И.А. Использование чумизы в производстве спирта // Студенческая наука – агропромышленному комплексу: научные труды студентов ГГАУ. – 2020. – № 57 (ч.2). – С. 53-56.

10. Рукшан Л.В., Кошак Ж.В., Рыбкина Е.Е., Гандлевская Н.Н. Исследование химического состава чумизы белорусской селекции в целях использования в зерноперерабатывающей промышленности // Вестник белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1. – С. 42.

Цитирование:

Каменева О.Б., Бычкова В.В., Кибальник О.П., Калинин Ю.А., Колганов Н.А. Изучение некоторых свойств нативных крахмалов различного происхождения [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_624.pdf
DOI: <https://doi.org/10.51419/202146624>.