



МРНТИ 65.39.03

<https://doi.org/10.32523/2616-7034-2024-149-4-18-35>

Научная статья

Исследование свойств крахмала из корней Катрана Кочи и Свербиги восточной

А.Н. Аралбаев^{1*}, З.Ж. Сейдахметова^{1*}, А.Н. Аралбаева², Н.К. Аралбай³

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, Астана, Казахстан

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

³Международный Казахско-Турецкий университет имени Х.А. Яссауи

*Автор для корреспонденции: altai_an@mail.ru, s.zaure@bk.ru

Аннотация. Статья затрагивает актуальную по сей день проблему поиска и исследования нетрадиционных источников сырья для пищевой и перерабатывающей промышленности. Растения являются универсальным источником различных материалов, лекарственных средств и пищи для человека. Крахмал – один из наиболее широко распространенных растительных биополимеров, который представляет ценность как для пищевой и перерабатывающей промышленности, так и для производства упаковочного материала. Крахмал синтезируются практически всеми видами растений, однако среди них есть виды, накапливающие его в значительных количествах. Наиболее известными источниками крахмала представляются такие культуры, как картофель, зерновые, в тропиках маниок. Свойства крахмала, полученного из разных растений, могут несколько отличаться, поэтому сфера их применения также может быть различной. Семейство Капустные отличается большим разнообразием видовых форм и ареалом распространения. Некоторые виды данного семейства введены в культуру и широко применяются в качестве пищевого сырья, тогда как большинство видов обладает высоким потенциалом и до сих пор остаются малоисследованными на предмет питательной и биологической ценности. Данная статья посвящена исследованию свойств крахмала, выделенного из нетрадиционного растительного сырья – из корней растений *Катран Кочи* и *Свербига восточная*, которые являются представителями семейства *Капустные*. Как показали исследования, корни растений катран и свербига способны накапливать значительное количество крахмала в корнях и по содержанию их количество практически схоже с таковым в картофеле. В связи с тем, что органом аккумуляции крахмала у катрана и свербиги являются корни, технология переработки сырья может быть схожа с технологией получения крахмалов тапиокового крахмала. В ходе исследования выделенного крахмала из корней катрана и свербиги выявлено, что по технологическим, органолептическим характеристикам, а также по физико-химическим показателям данный вид не уступает картофельному крахмалу, что делает его пригодным для использования в пищевой промышленности.

Ключевые слова: нетрадиционное сырье, крахмал, вязкость, растворимость крахмала

Получено: 26.08.2023. Рецензирование: 01.11.2024 (1-й раунд), 11.12.2024 (2-й раунд). Принято: 11.12.2024. Доступно онлайн: 20.12.2024.

Введение

Крахмал – наиболее широко распространенный сложный биополимер растений и некоторых цианобактерий, являющийся основным запасным углеводом. В особенности большое его количество содержится в зерновых культурах и клубнях. По распространенности в растительном мире крахмал уступает лишь такому органическому соединению, как целлюлоза. Крахмал необходим для людей и животных в качестве источника питательных веществ и энергии.

Крахмал – это универсальное соединение, характеризующееся доступностью, отсутствием какой-либо токсичности, способностью к биодegradации в окружающей среде, а также широким спектром возможностей для практического применения. В пищевой промышленности он используется в приготовлении многочисленных молочных и хлебобулочных изделий, супов и соусов, мясных продуктов, а также для изготовления покрытий для готовых изделий. Кроме того, растет спрос со стороны непищевой промышленности на крахмал как на возобновляемый материал. Непищевые применения крахмала включают фармацевтику, текстиль, производство топлива на спиртовой основе, клея, красителей и мебели [1-3].

Крахмалы классифицируют по таким признакам, как сырьевой источник крахмала, размер гранул, назначение. На сегодняшний день существует более 100 различных сортов. Самыми распространенными видами крахмала являются картофельный, кукурузный, рисовый, ячменный, ржаной и пшеничный [4].

Различают природный (нативный) крахмал и рафинированный (очищенный). Он производится из крахмалосодержащих растений. Нативный крахмал в большинстве случаев не обладает достаточными функциональными свойствами, что затрудняет его применение в различных отраслях производства. В связи с этим крахмал модифицируют физически и/или химически, чтобы улучшить свойства или свести к минимуму дефекты [3].

Современная крахмалопаточная промышленность - важная отрасль народного хозяйства. Производство крахмала и крахмалопаточных продуктов занимает ведущие места в экономике стран, так как сфера использования как нативных, так и модифицированных видов крахмала расширяется из года в год. Это объясняется тем, что в отличие от синтетических полимеров из нефти и газа, изделия и продукция с использованием крахмала не наносят вреда окружающей среде, а также крахмал является возобновляемым полимером, который прост в получении.

Возрастающая потребность в крахмале в качестве продукта и сырья для различных отраслей производства дают обоснование для поиска способов повышения объемов производства, а также разработки новых видов крахмалоносного сырья [5].

В связи с тем, что крахмал является запасным полисахаридом растений, виды, накапливающие его в значительных количествах, могут рассматриваться как потенциальное сырье. Нетрадиционные культуры характеризуются высокой биологической пластичностью и адаптивностью, превосходно сочетают высокую продуктивность с высокой экологической устойчивостью, продуктивным долголетием, хорошими

кормовыми и пищевыми достоинствами, устойчивым семеноводством [6]. В последние десятилетия опубликовано множество работ, посвященных изучению свойств и применению крахмала, полученного из нетрадиционных растений. Основной тенденцией в получении данного биополимера является использование местных источников сырья [7-10].

При исследовании перспективности того или иного растения для получения крахмала, следует учитывать, что в формировании качества конечного продукта большую роль играют различные факторы, включая видовые особенности сырья, химические особенности крахмальных зерен и технология переработки сырья. В свою очередь, для разработки технологии получения крахмала из нетрадиционных источников необходимо провести предварительную оценку его технологических свойств [11].

В Казахстане произрастает около 13 тыс. видов растений, в том числе высших растений 6300. В составе природной флоры только Восточного Казахстана предварительно выявлено 189 видов дикорастущих пищепригодных растений. Одними из перспективных растений можно назвать различные виды рода *Катран* (*Crambe*) и *Свербига* (*Bunias*), относящиеся к семейству *Капустные* (*Brassicaceae*). Названные объекты не применяются в качестве пищевого сырья в Казахстане, немногочисленные исследования направлены на оценку их ценности как кормовой культуры. Согласно нашим исследованиям и данным зарубежных исследователей, разные виды катрана и свербиги способны накапливать значительные количества крахмала, особенно в корневой части [6, 12-13]. Целью настоящей научной работы явилось определение свойств нативного крахмала из корней Катрана Кочи и Свербиги восточной.

Материалы и методы исследование

Для достижения поставленной цели было проведено количественное определение крахмала в сырье. Проведена оценка содержания амилозной фракции, исследованы соотношение амилопектина и амилозы, физико-химические свойства как зольность, содержание белков, жиров, простых углеводов, вязкость крахмала, растворимость крахмала и водосвязывающая способность. В качестве контроля использовали картофельный крахмал, выделенный из картофеля столового сорта Коломбо.

Содержание крахмала в исследуемом сырье определяли по ГОСТ 10845-98 [14]. Для проведения исследований крахмал выделяли следующим образом: корни измельчали на лабораторной мельнице и смешивали с водой в соотношении 5:1, полученную суспензию со взвесью мелкодисперсных частиц отделяли от шрота фильтрованием через сито. Шрот промывали трехкратно, жидкость собирали в одну емкость. В связи с тем, что крахмал имеет большую массу по сравнению с молекулами белка, фильтрат центрифугировали в течение 10 минут со скоростью 3500 об/мин для осаждения крахмала. Полученный крахмал высушивали на поверхности с обеспечением свободной циркуляции воздуха при температуре 40 °С в сушильном шкафу.

В выделенном крахмале определяли массовую долю жира по ГОСТ 29033-91 [15], массовую долю белка согласно ГОСТ 10846-91 [16], массовую долю углеводов определяли перманганометрическим методом, массовую долю золы по ГОСТ 25555.4-91 [17].

Для определения содержания амилозы и массового соотношения фракций крахмала (АП/АМ) использовали спектрофотометрический метод при двух длинах волн, отвечающих максимумам абсорбции комплексов йода с АМ и АП (620 нм и 550 нм, соответственно) [18]. Растворы крахмала для исследования получали путем диспергирования в 1 М NaOH с последующей нейтрализацией. Концентрации фракций крахмала в растворе после добавления реактива (водный раствор, содержащий 0,2 % йода и 2% йодида калия) рассчитывали в соответствии с данной методикой. За массовое соотношение АП/АМ принимали отношение концентраций данных фракций в растворе [19].

Растворимость и водоудерживающая способность определялась по методу Шоха. К навеске полученного продукта 1 г приливали 50 мл дистиллированной воды. Выдерживали в избытке воды в течение 30 минут при температуре 25 °С, 40 °С, 60 °С, 70 °С, 80 °С, 90 °С, затем центрифугировали в течение 10 минут при скорости 2500 об/мин. Жидкую фазу отделяли и определяли в ней долю сухих веществ. Растворимость образцов рассчитывали как процентное отношение массы фильтрата и содержания сухих веществ. Количество связанной воды рассчитывали относительно начальной массы осадка. Влагосвязывающую способность рассчитывали как отношение количества связанной воды к массе навески [20].

Для определения вязкости растворов крахмала использовали вискозиметр Оствальда с диаметром капилляра 0,99 мм. В качестве растворителя использовали дистиллированную воду, в дальнейших расчетах использовали известные показатели воды как растворителя. Растворы крахмала готовили в концентрациях 0,1 г/л, 0,25 г/л; 0,5 г/л; 1 г/л; 2 г/л для дальнейшего построения графиков. Для этого навеску крахмала растворяли в 20 мл холодной воды, полученную суспензию вливали в 30 мл кипящей воды и, перемешивая, нагревали до кипения. Полученные растворы оставляли на сутки.

Относительную вязкость рассчитывали как отношение времени истечения раствора данной концентрации τ ко времени истечения растворителя τ_c :

$$\eta = \frac{\tau_p}{\tau_0}$$

Удельная вязкость определяется отношением разности между вязкостями раствора η и чистого растворителя η_0 к вязкости чистого растворителя:

$$\eta = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}$$

Удельную вязкость, отнесенную к концентрации раствора c , называют приведенной вязкостью:

$$\eta_{\text{прив}} = \frac{\eta_{\text{уд}}}{c}$$

По рассчитанным значениям удельной вязкости различных концентраций, строили график зависимости приведенной вязкости от концентрации $\eta_{\text{прив}} = f(c)$. По графику определяли характеристическую вязкость (точка пересечения графика с осью ординат) [21].

Результаты исследования

Для выполнения поставленной цели нами было исследовано количественное содержание крахмала в растительном сырье. В ходе экспериментов выявлено, что в корнях свербиги содержалось 18,87 % крахмала, в катране 20,32 % крахмала, что практически соответствует содержанию данного полисахарида в некоторых сортах картофеля [22], тогда как в исследуемом сорте его содержание составило 16,2 %.

Исследование физико-химических показателей приведено в таблице 1. В ходе экспериментов выявлено, что исследуемые образцы различались по содержанию амилозы и амилопектина. Известно, что соотношение данных молекул, ввиду их строения значительно влияет на свойства и технологические характеристики крахмала и крахмалопродуктов.

Таблица 1

Физико-химические характеристики крахмала

	Катран Кочи	Свербига восточная	Картофель
Амилоза, %	18,5±0,8	26,5±1,4	22,3±2,5
Амилопектин, %	81,5±2,9	73,5±3,0	77,7±5,4
Соотношение АМ/АП	0,23±0,04	0,36±0,02	0,29±0,03
Зольность, %	0,31±0,01	0,25±0,04	0,28±0,03
Массовая доля белка, %	0,18±0,001	0,29±0,0009	0,22±0,002
Массовая доля жира, %	0,1±0,005	0,12±0,004	0,07±0,001

Как приведено в таблице 1, все исследованные образцы содержали некоторое количество жира и белковых веществ, которое влияло бы на функциональные свойства крахмала, следовательно, они должны быть удалены в ходе технологической очистки. Отмечено также небольшое содержание зольных веществ.

Известно, что крахмал состоит из 2 типов молекул: разветвленных полимеров глюкозы – амилопектина и неразветвленного глюкополимера – амилозы. Преобладание того или иного вида молекул в составе крахмальных зерен определяет такие свойства, как растворимость, вязкость, водопоглощающую и водоудерживающую способности [23]. Как показали наши исследования, в образцах Свербиги восточной соотношение амилозы к амилопектину было выше по сравнению с картофелем и Катраном Кочи на 25 % и 31 %, соответственно. Содержание амилопектина было выше по сравнению с крахмалом картофеля на 10 % и на 17 % относительно образцов Свербиги. На основе полученных данных можно заключить, что технологические свойства крахмала из корней Катрана Кочи по сравнению со Свербигой и исследуемого сорта картофеля неоднородны.

Крахмал плохо растворяется в холодной воде, однако при нагревании происходит формирование коллоидного раствора. На рисунке 1 приведены результаты исследования растворимости крахмала из Катрана, Свербиги и картофеля в воде при разной температуре.

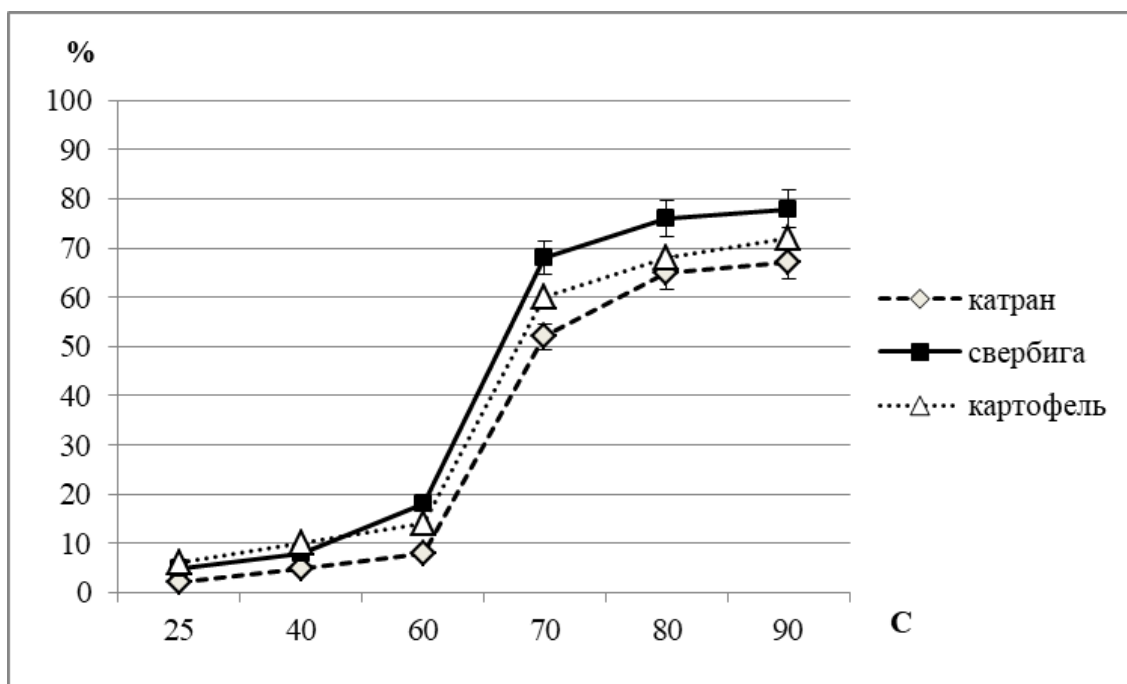


Рисунок 1. Исследование растворимости крахмала,

где: по оси абсцисс: температура растворителя, °С; по оси ординат: степень растворимости, %

Как видно из рисунка, уровень растворимости исследуемых образцов крахмала повышалась по мере увеличения температуры воды. При постепенном повышении температуры растворителя (воды) до 40 °С значительных изменений растворимости крахмала не наблюдалось. При температуре воды в 60 °С количество растворенных частиц составило 8 % для образцов из Катрана, 14 % для картофеля и 18 % для Свербиги. Дальнейшее повышение температуры до 70 °С привело к повышению растворимости крахмала практически в 4 раза. При дальнейшем увеличении температуры изменение растворимости крахмала было не существенным. Тем не менее, при сравнении выявлено, что растворимость крахмала Свербиги была выше по сравнению с показателями для картофельного крахмала на 10 %, и на 27 % относительно образца из корней Катрана. Вероятнее всего это связано с большим содержанием амилозы, которая, как известно, обладает хорошей растворимостью в теплой воде [24].

Влагосвязывающее свойство крахмала – одна из важных характеристик, определяющих возможность его применения в качестве структурообразователя в пищевой системе. Экспериментальные данные по оценке влагосвязывающей способности образцов крахмала представлены на рисунке 2.

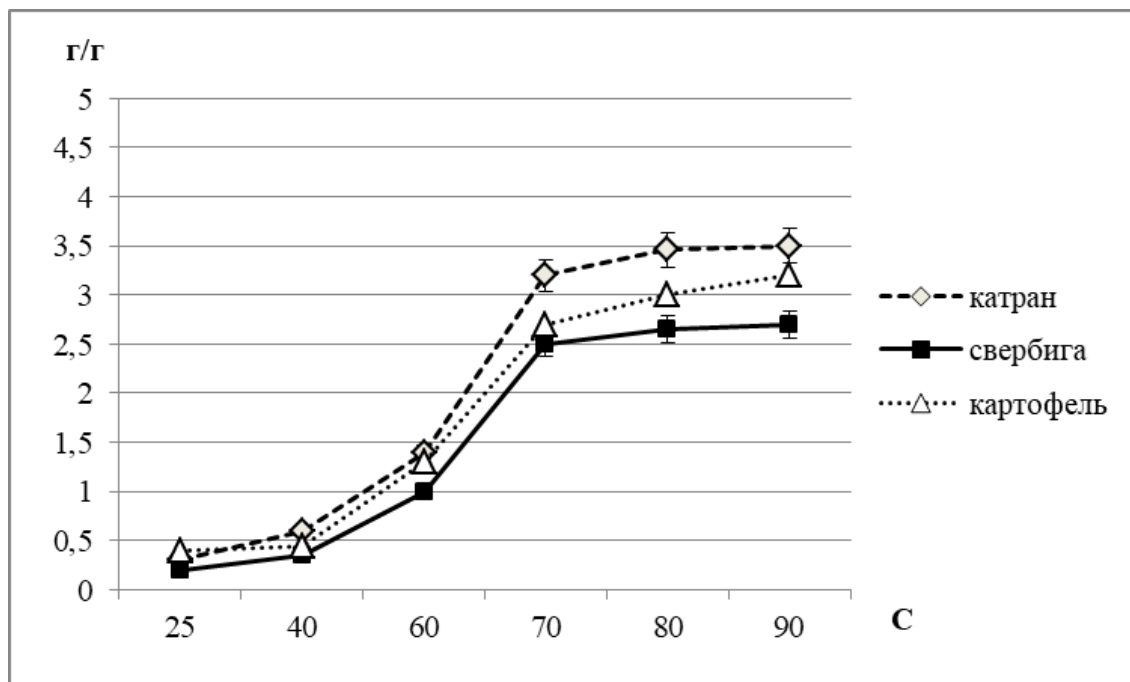


Рисунок 2. Исследование влагосвязывающей способности крахмала,

где: по оси абсцисс: температура растворителя; °С, по оси ординат: количество связанной воды, г/г

Влагосвязывающая способность образцов крахмала напрямую коррелирует с данными, полученными при исследовании растворимости. Как видно из рисунка, все образцы практически одинаково связывали влагу из среды в температурном диапазоне от 25-40 °С. При повышении температуры до 60 °С количество связанной воды увеличилось в 2,5 раза, при повышении температуры до 70 °С, т.е. в 10 раз относительно исходных данных. При сравнении влагосвязывающей способности разных образцов можно сказать, что наиболее активно связывал воду крахмал, выделенный из Катрана. Крахмал, полученный из Свербига, отличался наименьшей способностью связывать влагу. Дальнейшее повышение температуры не привело к значительным изменениям показателей.

Согласно поставленным целям была определена вязкость растворов крахмала разной концентрации. На рисунке 3 приведены результаты исследования зависимости изменения относительной вязкости крахмальных растворов от его концентрации.

Как видно из рисунка, вязкость крахмала возрастает с увеличением концентрации, однако при сравнении можно отметить, что вязкость крахмала Катрана была несколько выше такового картофельного крахмала до 14 % в диапазоне концентраций от 0,5 г/л. Вязкость крахмала, выделенного из Свербига, отличалась от образцов крахмала из картофеля и Катрана в среднем на 7-10 %.

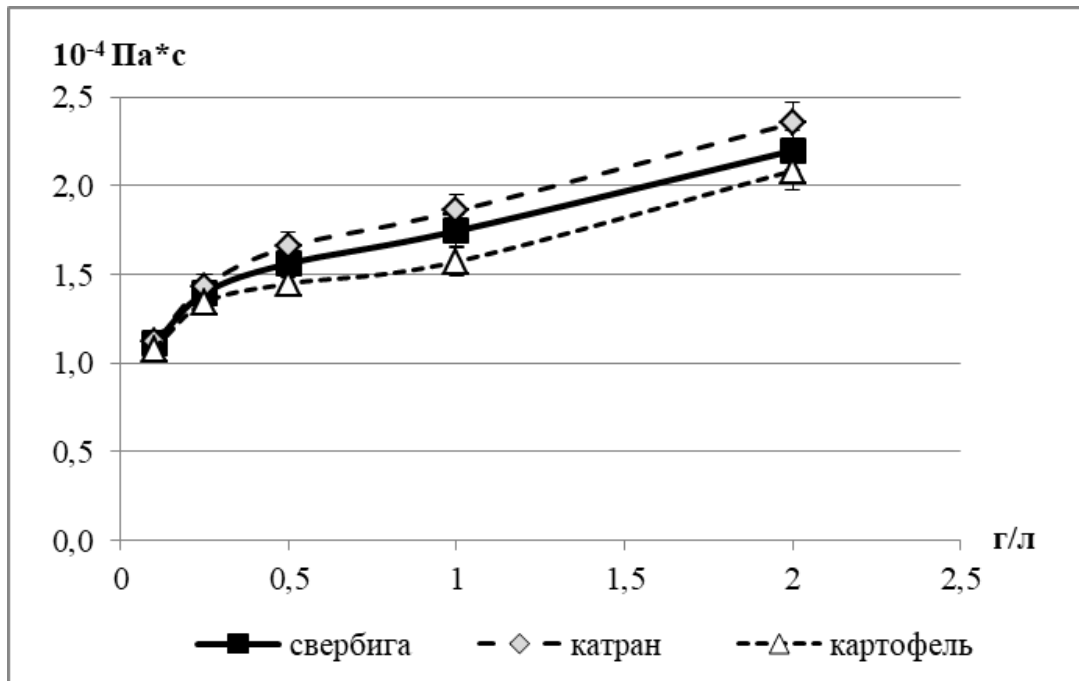


Рисунок 3. Исследование относительной вязкости крахмала,

где: по оси абсцисс: концентрация крахмала, г/л; по оси ординат: вязкость, 10⁻⁴ Па*с

На основе данных относительной вязкости рассчитаны показатели удельной и приведенной вязкости для каждого образца. На основе результатов эксперимента выявлены значения показателей характеристической вязкости образцов. Для крахмала из корней Катрана его значение составило 0,84 л/г, для образцов из Свербиги – 0,73 л/г, тогда как в контроле (картофельный крахмал) – 0,38 л/г. Характеристическая вязкость полимерного раствора зависит от типов полимера и растворителя и возрастает с ростом молекулярной массы линейных макромолекул. Таким образом, на основе полученных данных можно предположить, что крахмал, выделенный из Катрана Кочи имеет большую молекулярную массу по сравнению с остальными образцами и обладает более гибкой структурой молекул. Молекулярная масса крахмала из Свербиги предположительно также выше, чем у картофельного крахмала.

Обсуждение

Крахмал – полимер, присущий для всех видов растений и имеет в целом схожие свойства [25]. Однако зерна крахмала различаются по структуре, форме и размеру у различных растений, поэтому морфология, кристалличность, и другие конечные функциональные свойства крахмала зависят от ботанических характеристик источника и условий его произрастания [26,27]. Крахмал – важный пищевой продукт и универсальный биоматериал, используемый во всем мире для различных целей во

многих отраслях промышленности, включая пищевую, медицинскую, текстильную, химическую и машиностроительную. Универсальность крахмала в промышленном применении во многом определяется его физико-химическими свойствами и функциональностью [28]. Крахмал обладает свойствами загустителя, стабилизатора и структурирующего агента. Это вещество способно позволить снизить содержание жиров, связывать между собой частицы смесей, удерживать ароматические компоненты и регулировать влажность [29]. Все это делает крахмал одним из самых универсальных и доступных ингредиентов. Этот углевод в промышленных масштабах выделяют в основном из кукурузы, тапиоки (маниоки), пшеницы, картофеля, саго, гороха, маранты и риса. Два наиболее распространенных источника крахмала – кукуруза (75% мирового производства) и тапиока (12%). В Европе крахмал в основном производят из кукурузы, пшеницы и картофеля. Кроме того, гороховый крахмал производят компании Emsland Group (Германия) и Roquette Frères (Франция). Овсяный крахмал также широко используется в фармацевтической и косметической промышленности. Финляндия – одна из немногих стран в мире, производящих ячменный крахмал. [30]. Исследования, направленные на поиск альтернативных ресурсов для крахмалопаточного сырья, очень важны, так как потребность в данном полимере достаточно высока [31,32]. В различных странах проводятся исследования нетрадиционных источников сырья, а также оценка продуктов и вторичного сырья, полученного из них [33]. К примеру, крахмал из растения Achira (*Canna edulis*) производится в Колумбии и Венесуэле, а Dua Naga, Ltd. (Индонезия) поставляет крахмал из местного растения аранда. Крахмал из корня лотоса производится Yangzhou Lianshun Food Co., Ltd. (Янчжоу, Китай). Крахмал из бобов мунг можно приобрести в Hengshui Fuqiao Starch Co., Ltd. (Цзинсянь, Китай) [34].

Наши исследования были направлены на оценку свойств нативного крахмала из растений семейства капустные. В ходе исследования выявлено, что количество данного полисахарида в корнях Катрана и Свербиги приблизительно было схожим с его содержанием в картофеле.

Крахмальные гранулы состоят из разветвленных полимеров амилопектина преимущественно линейного полимера амилозы. В большинстве случаев содержание амилопектина колеблется от 15-30 %, в некоторых сортах восковидных зерновых их содержание может достигать более чем 80 % [34, 35]. Соотношение данных молекул влияет на такие свойства, как вязкость, водосвязывающая способность и растворимость [36-37]. Исследование соотношений амилопектина и амилозы показало, что доля амилопектиновой фракции преобладает во всех образцах крахмала. Однако при сравнении можно сказать, что крахмал из Катрана Кочи содержал большее количество амилопектина по сравнению с крахмалом из Свербиги и картофеля. В свою очередь, в Свербиге отмечено большее накопление амилозы. Полученные результаты могут объяснить большую растворимость крахмала из Свербиги, так как при повышении температуры амилоза частично диффундирует из аморфной части зерен и переходит в раствор, а амилопектин остается в нерастворенном состоянии [24,38]. Влагосвязывающая способность крахмала из Катрана была несколько выше, чем у крахмала из корней Свербиги и картофеля, предположительно вследствие большего содержания амилопектина, который при нагревании набухает и образует клейстер.

Вязкость растворов крахмала также является его функциональной характеристикой и позволяет предварительно сделать предположение о том, как себя поведет тот или иной вид крахмала в технологическом процессе и в составе конечного продукта. Вязкость растворов полимера во многом определяется его молекулярной массой [39]. Согласно полученным результатам, характер кривой изменения вязкости растворов крахмала, полученного из исследуемых растений, был схож с картофельным крахмалом. Однако образцы из нетрадиционных крахмалосодержащих растений обладали большей вязкостью по сравнению с контролем. Расчёты характеристической вязкости дают основание предположить, что молекулярный вес крахмала из Катрана выше, чем у образца из Свербиги и картофеля.

Выводы

Целью исследований явилось изучение свойств крахмала, выделенного из таких нетрадиционных источников как, корни Свербиги восточной и Катрана Кочи. В ходе исследований было выявлено, что такие технологические характеристики, как вязкость, влагоудерживающая способность, растворимость, а также физико-химические свойства крахмала, полученного из данного вида сырья, схожи с картофельным крахмалом. Таким образом, полученные данные дают обоснование сделать вывод, что крахмал из нетрадиционных источников может применяться наряду с другими видами крахмала в качестве структурообразователей, загустителей и т.д., поэтому данные объекты требуют дальнейших научных изысканий.

Список литературы

1. Apriyanto A., Compart J., Fettke J. A review of starch, a unique biopolymer - Structure, metabolism and in planta modifications // Plant Sci. – 2022. – Vol. 318. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111223>
2. Chakraborty R., Kalita P., Sen S. Natural Starch in Biomedical and Food Industry: Perception and Overview // Curr Drug Discov Technol. – 2019. – Vol.16. -№4. – P.355-367. <https://doi.org/10.2174/1570163815666181003143732>
3. Zia-Ud-Din, Xiong H, Fei P. Physical and chemical modification of starches: A review // Crit Rev Food Sci Nutr. – 2017. - Vol. 57. - №12. – p. 2691-2705. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015>
4. Рязанова О.А. Крахмал и крахмалопродукты // Пищевая промышленность. – 2014. № 2. – С. 76-80.
5. Лукин Н.Д., Серегин С.Н., Сидак М.В., Сысоев Г.В. Глубокая переработка крахмалсодержащего сырья: современное состояние и перспективы устойчивого развития // Пищевая промышленность. - 2021. -№11. – С.34-41.
6. Михович Ж.Э., Пунегов В.В., Груздев И.В., Рубан Г.А., Зайнуллина К.С. Биохимическая характеристика растений Свербиги восточной (*Bunias orientalis* L.) при культивировании на севере // Известия Самарского научного центра РАН. - 2017. - №2- Т.3. – С.478-481.
7. Nagar C.K., Dash S.K., Rayaguru K., Pal U.S., Nedunchezhiyan M. Isolation, characterization, modification and uses of taro starch: A review // Int J Biol Macromol. - 2021 - № 192. – P. 574-589. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac>

8. Bangar S.P., Ashogbon A.O., Dhull S.B., Thirumdas R., Kumar M., Hasan M., Chaudhary V., Pathem S. Proso-millet starch: Properties, functionality, and applications // *Int J Biol Macromol.* - 2021 - № 190. - P. 960-968. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.09.064>
9. Felisberto M.H.F., Beraldo A.L., Costa M.S., Boas F.V., Franco C.M.L., Clerici M.T.P.S. Bambusa vulgaris starch: Characterization and technological properties // *Food Res Int.* - 2020 - № 132. - P. 109102. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109102>
10. Li D., Zhu F. Starch structure in developing kiwifruit // *Int J Biol Macromol.* - 2018 № 120. - P. 1306-1314. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.128>
11. Жамбусинова К.В. Исследование технологических свойств крахмала различных видов, поступающих на потребительский рынок РФ. – Челябинск: ЮУрГУ, 2018. – 77 с.
12. Аралбаев А.Н., Сейдахметова З.Ж., Аралбай Н.К. Оценка пищевой и биологической ценности корней Катрана Кочи (*Crambe cochiana*) // Доклады НАН РК. 2022. - №2. - 5–20. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.144>
13. Пышманцева Н.А., Тлецерук И.Р. Катран-новая кормовая культура // Сельскохозяйственный журнал. – 2012. - № 3. – Т.1. – P. 164-167.
14. ГОСТ 10845-98 Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала. - Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации Минск. - БелГИСС, 2009 г.
15. ГОСТ 29033-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира. - М.: Издательство стандартов, 1992. ГОСТ 10846-91.
16. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. (Издание с поправкой) - Взамен ГОСТ 10846-74; Введен 1993-06-01.-М.: Стандартиформ, 2009.
17. ГОСТ 25555.4-91. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы. - Овощи сушеные. Технические условия. Методы анализа: Сборник национальных стандартов. - М.: Стандартиформ, 2011.
18. Закирова А.Ш., Ягофаров Д.Ш., Канарский А.В., Сидоров Ю.Д. Применение фотоколориметрического метода для количественного определения амилозы в крахмале // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. - №10. – P. 195-198.
19. Винокуров А.Ю., Коптелова Е.К., Лукин Н.Д., Канарский А.В., Водяшкин А.А., Заболотский А.И. Морфологические, структурные и реологические свойства катионированного в водной суспензии крахмала // Вестник Казанского технологического университета. - 2015. - №18. – Т.19. – С. 135-140.
20. Алексеева Е.И. Физико-химическая характеристика сортов амаранта и их генетическая дифференциация // Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. - 2010 – Т. 5. – № 2. – С. 127-133.
21. Немцева М.П. Реологические свойства коллоидных систем: учебное пособие. - Иваново: Ивановский гос. хим.-технол. ун-т. - 2016. – 61 с.
22. Стрельцова Т.А., Оплеухин А.А., Менохов М.С. Исследование биоресурсного потенциала новой коллекции картофеля при интродукции в горный алтай: монография. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ. - 2014. – 128 с.

23. Бородина З.М., Лукин Н.Д., Папахин А.А., Гулакова В.А. О ферментативной атакуемости различных видов крахмала // Пищевая промышленность. 2019. - № 5. - P. 27-32. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10067>
24. Трегубов, Н.Н. Технология крахмала и крахмалопродуктов. - М.: Легк. и пищ. промышленность. - 1981. - 472 с.
25. Compart J, Singh A, Fettke J, Apriyanto A. Customizing Starch Properties: A Review of Starch Modifications and Their Applications // Polymers (Basel). - 2023. - Т. 15. - № 16. <https://doi.org/10.3390/polym15163491>
26. Dereje B. Composition, morphology and physico chemical properties of starches derived from indigenous Ethiopian tubercrops: A review // Int J Biol Macromol. - 2021 № 187. - P. 911-921. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.07.188>
27. Perez, S., Baldwin, P.M. and Gallant, D.J. Structural Features of Starch Granules I. // Starch: Chemistry and Technology. - 2009.- № 3. P.11-21. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-746275-2.00005-7>
28. Omoregie Egharevba, H. Chemical Properties of Starch and Its Application in the Food Industry. IntechOpen. -2020. <https://doi.org/10.5772/intechopen.87777>
29. BeMiller J., Whistler R. Food Science and Technology, Starch, 2009, Third Edition. Academic Press, P. 795. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-746275-2.00020-3>
30. Evžen Š., Sinica A., Smrčková P, Sluková M. 2023. Non-Traditional Starches, Their Properties, and Applications // Foods, 2023.- Vol. 12. - no. 20. <https://doi.org/10.3390/foods12203794>
31. Хвыля С.И., Лапшин В.А., Корешков В.Н. Использование крахмала в мясной промышленности // Публикации и обсуждения ВНИИЗ - 2019. - <https://vniiz.org/science/publication> (дата обращения: 30.03.2023).
32. Wang L., Litao T. Production and Properties of Starch: Current Research // Molecules, 2024/ - Vol. 29, no. 3. <https://doi.org/10.3390/molecules29030646>
33. Santos Silveira Jr J.F., Francisco A. Unconventional Food Plants as an Alternative in Starch Production // Cereal Foods World, 2020. - Vol. 65, No. 2. <https://doi.org/10.1094/CFW-65-2-0018>
34. Cornejo-Ramírez, Y.I., Martínez-Cruz, O., Del Toro-Sánchez, C. L., Wong-Corral, F. J., Borboa-Flores, J., & Cinco-Moroyoqui, F. J. The structural characteristics of starches and their functional properties. // Journal of Food, 2018.- Vol. 16. - № 1. P. 1003–1017. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1518343>
35. Alcázar-Alay S.C., Meireles M.A.A. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources // Food Sci. Technol, Campinas – 2015. – Vol. 35. - № 2. –P. 215-236.
36. Cornejo-Ramírez Y.I., Martínez-Cruz O., Del Toro-Sánchez C.L., Wong-Corral F.J., Borboa-Flores J., Cinco-Moroyoqui F.J. The structural characteristics of starches and their functional properties // Journal of Food. – 2018. - № 16. – Т. 1. – P.1003-1017.
37. Nurul Z., Noorhafiza M., Mohd Mustafa Al Bakri A. Potential of Starch Nanocomposites for Biomedical Applications // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019.- pp. 209. 012087. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/209/1/012087>
38. Kumoro A.C., Retnowati D.S., Ratnawati R., Widiyanti M. Estimation of aqueous solubility of starch from various botanical sources using Flory Huggins theory approach // Chemical Engineering Communications, 2021. – Vol. 208. - №5. – P.624-635, <https://doi.org/10.1080/00986445.2019.1691539>

39. Maura B., Osman E. Behavior of starch during food preparation. II. Effects of different sugars on the viscosity and strength of starch pastes // Journal of Food Science, 2006. -№ 24.- P. 665 - 671. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1959.tb17319.x>

А.Н. Аралбаев¹, З.Ж. Сейдахметова¹, А.Н. Аралбаева², Н.К. Аралбай³

¹Алматы Технологиялық Университеті, Алматы, Қазақстан

²Әл Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

³Қ.А.Яссауи атындағы Халықаралық Қазақ Түрік Университеті

Кочи қатыраны және Шығыс майракебісі тамырларынан алынған крахмалдың қасиеттерін зерттеу

Аңдатпа. Мақала ешқашан өзектілігін жоғалтпайтын тамақ және қайта өңдеу өнеркәсібі үшін шикізаттың дәстүрлі емес көздерін іздестіру және зерттеу мәселесін қозғайды. Өсімдіктер адам үшін әртүрлі материалдардың, дәрі-дәрмектердің және тағамның әмбебап көзі болып табылады. Крахмал -азық-түлік және өңдеу өнеркәсібі үшін де, қаптама материалын өндіру үшін де құндылығы жоғары кең таралған өсімдік биополимерлерінің бірі. Өсімдіктердің барлық түрлері крахмал синтездей алады, бірақ олардың арасында крахмалды бойына айтулы мөлшерде жинайтын түрлердің маңызы зор. Крахмалдың ең танымал көздері - картоп, дәнді дақылдар, тропик елдерде маниок өсімдігі болып табылады. Әртүрлі өсімдіктерден алынған крахмалдың қасиеттері әртүрлі болғандықтан оларды қолдану аясы бірдей болмауы мүмкін. Қырыққабаттар тұқымдасына жататын түрлер түр формаларының және таралу аймағының алуан түрлілігіне ерекшеленеді. Бұл тұқымдасқа қарасты біраз өсімдік түрлері мәдени дақыл ретінде еңгізіліп және тағамдық шикізат есебінде кеңінен қолданылады, ал басқа әлеуеті жоғары көптеген түрлердің тағамдық және биологиялық құндылығы әлі күнге дейін толық зерттелмеген. Бұл мақалада дәстүрлі емес өсімдік шикізатынан – Қырыққабаттар тұқымдасының өкілдері болып табылатын Кочи қатыраны мен Шығыс майракебісі өсімдіктерінің тамырларынан бөлініп алынған крахмалдың қасиеттерін зерттеу нәтижелері қарастырылған. Зерттеулер барысында Кочи қатыраны және Шығыс майракебісі өсімдіктерінің тамырлары бойында крахмалдың едәуір мөлшерінің жинақталатыны және мөлшері жағынан картоптқа жақындайтыны анықталды. Крахмал қатыран мен майракебістің тамырларында жинақталады, демек атаулы шикізатты өңдеу технологиясы маниок тамырынан крахмал алу технологиясына ұқсас болуы мүмкін. Қатыран мен майракебіс тамырларынан алынған крахмалды зерттеу барысында оның технологиялық, органолептикалық сипаттамалары, сондай-ақ физика-химиялық көрсеткіштері бойынша картоп крахмалынан кем түспейтіні анықталды, бұл оның тамақ өнеркәсібінде қолдануға жарамды етеді.

Түйін сөздер: дәстүрден тыс шикізат, крахмал, тұтқырлық, крахмалдың ерігіштігі

A.N. Aralbaev¹, Z.Zh. Seydakhmetova¹, A.N. Aralbaeva², N.K. Aralbay¹

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

²Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

³H.A. Yassai International Kazakh-Turkish University, Almaty, Kazakhstan

Study of starch properties from *Crambe kotchiana* and *Bunias orientalis* roots

Abstract. This article touches upon the problem of searching and researching of non-traditional sources of raw materials for food and processing industry, which never loses its urgency. Plants are a universal source of various materials, medicines and food for humans. Starch is one of the most widespread plant biopolymers, which is of value both for the food and processing industries and for the production of packaging material. Starch is synthesized by almost all plant species, but there are species that accumulate it in significant quantities among them. The most famous sources of starch are crops such as potatoes, cereals, and cassava in tropical lands. Properties of the starch obtained from different plants may be somewhat different, so the scope of their application may also be different. The Cabbage family is characterized by a great diversity of species forms and the range of distribution. Some species of this family have been introduced into culture and are widely used as food raw materials, while most species have high potential and still remain poorly studied for their nutritional and biological value. This article is devoted to the study of the properties of starch isolated from a non-traditional plant raw material – from the roots of plants *Crambe kotchiana* and *Bunias orientalis*, which are representatives of the Cabbage family. As studies have shown, plants are able to accumulate a significant amount of starch in the roots and their content is almost similar to potatoes. Due to the fact that the organ of starch accumulation in *Crambe kotchiana* and *Bunias orientalis* are roots, the technology of processing can be similar to the technology of obtaining starches from the cassava roots. During the research of isolated starch from *Crambe kotchiana* and *Bunias orientalis* roots it has been revealed that with respect to technological, organoleptic characteristics as well as physical and chemical properties this species is not inferior to potato starch which makes it suitable for use in food industry

Keywords: unconventional raw materials, starch, viscosity, starch solubility

References

1. Apriyanto A., Compart J., Fettke J. A review of starch, a unique biopolymer - Structure, metabolism and in planta modifications, *Plant Sci.*, 318 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111223>
2. Chakraborty R., Kalita P., Sen S. Natural Starch in Biomedical and Food Industry: Perception and Overview, *Curr Drug Discov Technol.*, 16 (4), 355-367 (2019). <https://doi.org/10.2174/1570163815666181003143732>
3. Zia-Ud-Din, Xiong H., Fei P. Physical and chemical modification of starches: A review, *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 57 (12), 2691-2705 (2017). <https://doi.org/10.1080/10408398.2015>
4. Ryazanova O.A. Krahmал i krahmaloprodukty [Starch and starch products], *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 3, 76-80 (2014). [in Russian]
5. Lukin N.D., Seregin S.N., Sidak M.V., Sysoev G.V. Glubokaya pererabotka krahmalsoderzhashchego syr'ya: sovremennoe sostoyanie i perspektivy ustojchivogo razvitiya [Deep processing of starch-

containing raw materials: current state and prospects for sustainable development], *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 11, 34-41 (2021). [in Russian]

6. Mihovich Z.H.E., Punegov V.V., Gruzdev I.V., Ruban G.A., Zajnullina K.S. Biohimicheskaya harakteristika rastenij sverbigi vostochnoj (*Bunias orientalis* L.) pri kul'tivirovanii na severe [Biochemical characteristics of eastern sverbiga plants (*Bunias orientalis* L.) when cultivated in the north], *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2(3), 478-481 (2017). [in Russian]

7. Nagar C.K., Dash S.K., Rayaguru K., Pal U.S., Nedunchezhiyan M. Isolation, characterization, modification and uses of taro starch: A review, *Int J Biol Macromol.* 192, 574-589 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac>

8. Bangar S.P., Ashogbon A.O., Dhull S.B., Thirumdas R., Kumar M., Hasan M., Chaudhary V., Pathem S. Proso-millet starch: Properties, functionality, and applications, *Int J Biol Macromol.*, 190, 960-968, (2021). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.09.064>

9. Felisberto M.H.F., Beraldo A.L., Costa M.S., Boas F.V., Franco C.M.L., Clerici M.T.P.S. Bambusa vulgaris starch: Characterization and technological properties, *Food Res Int.*, 132, 109102 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109102>

10. Li D., Zhu F. Starch structure in developing kiwifruit, *Int J Biol Macromol.*, 120, 1306-1314 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.128>

11. Zhambusinova K.V. Issledovanie tekhnologicheskikh svojstv krahmala razlichnykh vidov, postupayushchih na potrebitel'skij rynek RF. [Zhambusinova K.V. Study of the technological properties of starch of various types entering the consumer market of the Russian Federation] (Chelyabinsk: YUUrGU, 2018, 77 p.) [in Russian]

12. Aralbaev A.N., Sejdahmetova Z.ZH., Aralbaj N.K. Ocenka pishchevoj i biologicheskoy cennosti kornej katrana kochi (*Crambe cochiana*) [Evaluation of fruits and biological value of the roots of crambe (*Crambe cochiana*)], *Doklady NAN RK* [Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan], 2, 5-20 (2022). <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.144> [in Russian]

13. Pyshmanceva, N. A., Tleceruk, I. R. Katran - novaya kormovaya kul'tura [Crambe - a new fodder crop], *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal* [Agricultural Journal], 3(1), 164-167 (2012).

14. GOST 10845-98 Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya krahmala. - Mezhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii [Grain and products of its processing. Method for the determination of starch. - Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification], (BelGISS, Minsk. 2009) [In Russian].

15. GOST 29033-91. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya zhira [Grain and products of its processing. Fat determination method.] (Izdatel'stvo standartov [Publishing house of standards], M., 1992) [In Russian].

16. GOST 10846-91. Zerno i produkty ego pererabotki. Metod opredeleniya belka. (Izdanie s popravkoj) - Vzamen GOST 10846-74; Vveden 1993-06-01 [Grain and products of its processing. Protein determination method. (Edition as amended) - Instead of GOST 10846-74; Introduced 1993-06-01], (Standartinform, M., 2009) [In Russian].

17. GOST 25555.4-91. Produkty pererabotki plodov i ovoshchej. Metody opredeleniya zoly i shchelochnosti obshchej i vodorastvorimoj zoly. - Ovoshchi sushenye. Tekhnicheskie usloviya. Metody analiza: Sbornik nacional'nykh standartov [Processed fruits and vegetables. Methods for determination of

ash and alkalinity of total and water-soluble ash. - Dried vegetables. Specifications. Methods of analysis: Collection of national standards] (Standartinform, M., 2011) [In Russian]

18. Zakirova A.SH., Yagofarov D.SH., Kanarskij A.V., Sidorov YU.D. Primenenie fotokolorimetriceskogo metoda dlya kolichestvennogo opredeleniya amilozy v krahmale [Application of photocolometric method for quantitative determination of amylose in starch], Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan Technological University], 10, 195-198 (2011). [In Russian]

19. Vinokurov A.YU., Koptelova E.K., Lukin N.D., Kanarskij A.V., Vodyashkin A.A., Zabolotskij A.I. Morfologicheskie, strukturnye i reologicheskie svojstva kationirovannogo v vodnoj suspenzii krahmala [Morphological, structural and rheological properties of starch cationized in aqueous suspension], Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan Technological University], 18(19), 135-140 (2015). [In Russian]

20. Alekseeva E.I. Fiziko-himicheskaya harakteristika sortov amaranta i ih geneticheskaya diffirenciaciya [Physico-chemical characteristics of amaranth varieties and their genetic differentiation], Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskie, biohimicheskie i molekulyarnye osnovy funkcionirovaniya biosistem [Proceedings of the Belarusian State University. Series: Physiological, biochemical and molecular bases of functioning of biosystems], 2(5), 127-133 (2010). [In Russian]

21. Nemceva M.P. Reologicheskie svojstva kolloidnyh sistem: Uchebnoe posobie [Rheological properties of colloidal systems: Textbook] (Ivanovo state. chemical-technological un-t, Ivanovo, 2016, 61 p) [In Russian]

22. Strel'cova T. A., Opleuhin A. A., Menohov M. S. Issledovanie bioresursnogo potenciala novoj kollekcii kartofelya pri introdukcii v gornyj altaj: monografiya [Study of the bioresource potential of a new potato collection when introduced into the Altai Mountains: monograph] (RIO GASU, Gorno-Altai, 2014, 128 p) [In Russian]

23. Borodina Z. M., Lukin N. D., Papahin A. A., Gulakova V. A. O fermentativnoj atakuemosti razlichnyh vidov krahmala [On the enzymatic attack ability of various types of starch], Pishchevaya promyshlennost' [Food industry], 5, 27-32 (2019). <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10067> [In Russian]

24. Tregubov, N.N. Tekhnologiya krahmala i krahmaloproduktov [Technology of starch and starch products.] (Light and food. Industry, Moscow, 1981, 472 p). [In Russian]

25. Compart J, Singh A, Fettke J, Apriyanto A. Customizing Starch Properties: A Review of Starch Modifications and Their Applications // Polymers (Basel). – 2023. – T. 15. - № 16. <https://doi.org/10.3390/polym15163491>

26. Dereje B. Composition, morphology and physico chemical properties of starches derived from indigenous Ethiopian tubercrops: A review // Int J Biol Macromol. - 2021 № 187. – P. 911-921. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.07.188>

27. Perez, S., Baldwin, P.M. and Gallant, D.J. Structural Features of Starch Granules I. // Starch: Chemistry and Technology. – 2009.- № 3. P.11-21. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-746275-2.00005-7>

28. Omoregie Egharevba, H. Chemical Properties of Starch and Its Application in the Food Industry. IntechOpen. -2020 <https://doi.org/10.5772/intechopen.87777>

29. BeMiller J., Whistler R. Food Science and Technology, Starch, 2009, Third Edition. Academic Press, P. 795. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-746275-2.00020-3>

30. Evžen Š., Sinica A., Smrčková P., Sluková M. 2023. Non-Traditional Starches, Their Properties, and Applications // *Foods*, 2023.- Vol. 12. - no. 20. <https://doi.org/10.3390/foods12203794>
31. Hvylya S.I., Lapshin V.A., Koreshkov V.N. Ispol'zovanie krahmala v myasnoj promyshlennosti [The use of starch in the meat industry], Publikacii i obsuzhdeniya VNIIZ [Publications and discussions of VNIIZ], 2019, <https://vniiz.org/science/publication> (accessed 30.03.2023). [In Russian]
32. Wang L., Litao T. Production and Properties of Starch: Current Research // *Molecules*, 2024/ - Vol. 29, no. 3. <https://doi.org/10.3390/molecules29030646>
33. Santos Silveira Jr J.F., Francisco A. Unconventional Food Plants as an Alternative in Starch Production // *Cereal Foods World*, 2020. - Vol. 65, No. 2. <https://doi.org/10.1094/CFW-65-2-0018>
34. Cornejo-Ramírez, Y.I., Martínez-Cruz, O., Del Toro-Sánchez, C. L., Wong-Corral, F. J., Borboa-Flores, J., & Cinco-Moroyoqui, F. J. The structural characteristics of starches and their functional properties. // *Journal of Food*, 2018.- Vol. 16. - № 1. P. 1003–1017. <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1518343>
35. Alcázar-Alay S. C., Meireles M. A. A. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources // *Food Sci. Technol, Campinas* – 2015. - 35(2): 215-236.
36. Cornejo-Ramírez Y. I., Martínez-Cruz O., Del Toro-Sánchez C.L., Wong-Corral F.J., Borboa-Flores J., Cinco-Moroyoqui F.J. The structural characteristics of starches and their functional properties // *Journal of Food*. – 2018. -№ 16. -Т. 1. – P. 1003-1017.
37. Nurul Z., Noorhafiza M., Mohd Mustafa Al Bakri A. Potential of Starch Nanocomposites for Biomedical Applications // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019.- pp. 209. 012087. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/209/1/012087>
38. Kumoro A.C., Retnowati D.S., Ratnawati R., Widiyanti M. Estimation of aqueous solubility of starch from various botanical sources using Flory Huggins theory approach // *Chemical Engineering Communications*, 2021. – Vol. 208. - №5. – P.624-635, <https://doi.org/10.1080/00986445.2019.1691539>
39. Maura B., Osman E. Behavior of starch during food preparation. II. Effects of different sugars on the viscosity and strength of starch pastes // *Journal of Food Science*, 2006. -№ 24.- P. 665 - 671. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1959.tb17319.x>

Information about authors:

Aralbaev A.N. – Master of Ecology, Lecturer at the Department of Ecology, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Zhenis Ave. 62, Astana, Kazakhstan.

Seydakhmetova Z.Zh. – Doctor of Biological Sciences, Ass. Professor of the Department of Food Biotechnology, Almaty Technological University, st. Tole bi, 100, Almaty, Kazakhstan.

Aralbaeva A.N. – Candidate of Biological Sciences, Ass. Professor of the Department of Fundamental Medicine, al Farabi Kazakh National University, st. Timirjazev, 47, Almaty, Kazakhstan.

Aralbay N.K. – Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of KazAPN, Academician of the ACS RK, Chief researcher of SRI “Natural Science”, A.K. Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan.

Сведения об авторах:

Аралбаев А.Н. – магистр экологии, преподаватель кафедры экологии, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

Сейдахметова З.Ж. – доктор биологических наук, асс. профессор кафедры «Пищевая биотехнология», Алматинский технологический университет, ул. Толе би, 100, Алматы, Казахстан.

Аралбаева А.Н. – кандидат биологических наук, асс. профессор, доцент кафедры фундаментальной медицины, КазНУ имени аль-Фараби, ул. Тимирязева, 47, Алматы, Казахстан.

Аралбай Н.К. – доктор биологических наук, профессор, академик КазАПН, академик АСХН РК, ГНС НИИ «Естествознания», Международный Казахско-Турецкий университет имени Х.А. Яссауи, ул. Б. Саттарханова, 29, Туркестан, Казахстан.

Авторлар туралы мәлімет:

Аралбаев А.Н. – экология магистрі, «экология» кафедрасының оқытушысы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғылы, 62, Астана, Қазақстан.

Сейдахметова З.Ж. – биология ғылымдарының докторы, «тағам биотехнологисы» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Алматы Технологиялық Университеті, Төле би, 100, Алматы, Қазақстан.

Аралбаева А.Н. – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, әл Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, нің іргелі медицина кафедрасының доценті, Тимирязев көшесі 47, Алматы, Қазақстан.

Аралбай Н.К. – биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚазПҒА академигі, ҚРАШҒА академигі, «Жаратылыстану» ҒЗИ бас ғылыми қызметкері, Қ.А. Яссауи атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік Университеті, Б.Саттарханов көшесі, 29, Түркістан, Қазақстан.