

Дарья Константиновна Коваль¹, Анна Евгеньевна Масленникова²,
Екатерина Сергеевна Сахарова³, Елена Александровна Власова⁴✉

¹ООО «Каргилл», Ефремов, Россия

^{2,3,4}Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия

¹darismirnova98@mail.ru

²aemasl@icloud.com

³kattywamp@hotmail.com

⁴vea1980@mail.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КРАХМАЛОПАТОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Цель исследования – изучение влияния амилазных ферментов на органолептические, физико-химические, микробиологические и токсикологические показатели качества карамельной патоки. Задачи: произвести карамельную патоку из кукурузного и пшеничного крахмала с использованием ферментов: α -амилазы и глюкоамилазы; определить органолептические, физико-химические, микробиологические и токсикологические показатели качества полученной патоки; выявить наиболее эффективный фермент, позволяющий получить патоку высокого качества. Объектом исследования являются коммерческие ферменты α -амилаза Lphera и глюкоамилаза Dextrozyme-1,5. Установлено, что по органолептическим (вкус, запах, цвет, прозрачность) и физико-химическим (массовая доля сухих и редуцирующих веществ, общей золы; pH; кислотность; содержание диоксида серы; температура карамельной пробы; удельная электрическая проводимость) показателям патока, полученная из кукурузного крахмала с применением α -амилазы, полностью соответствует требованиям государственного стандарта. Карамельная патока, произведенная с помощью обоих видов ферментов из пшеничного крахмала, оказалась мутной. Это связано с особенностями производства пшеничной суспензии, из которой производится патока. Массовая доля сухих и редуцирующих веществ в патоке, полученной из обоих видов крахмала с использованием глюкоамилазы, ниже нормируемой на 5 и 14 % соответственно. Значение температуры карамельной пробы такой патоки выше стандартного на 10 °С. Показано, что показатели безопасности патоки, произведенной из кукурузного и пшеничного крахмала с использованием указанных ферментов, соответствуют требуемым нормативам. Установлено, что для производства карамельной патоки высокого качества, удовлетворяющей всем требованиям государственного стандарта, пригоден фермент α -амилаза.

Ключевые слова: карамельная патока, ферменты, α -амилаза, глюкоамилаза, кукурузный и пшеничный крахмал, показатели качества

Для цитирования: Оценка эффективности ферментов, используемых в крахмалопаточном производстве / Д.К. Коваль [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 4. С. 167–174. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-167-174.

Daria Konstantinovna Koval¹, Anna Evgenievna Maslennikova²,
Ekaterina Sergeevna Sakharova³, Elena Alexandrovna Vlasova⁴✉

¹Cargill LLC, Efremov, Russia

^{2,3,4}Ivanovo State University of Chemical Technology, Ivanovo, Russia

¹darismirnova98@mail.ru

²aemasl@icloud.com

³kattywamp@hotmail.com

⁴vea1980@mail.ru

ASSESSMENT OF THE ENZYMES EFFECTIVENESS USED IN STARCH SYRUP PRODUCTION

The purpose of research is to study the influence of amylolytic enzymes on organoleptic, physicochemical, microbiological and toxicological indicators of the quality of caramel syrup. Objectives: to produce caramel syrup from corn and wheat starch using enzymes: α -amylase and glucoamylase; to determine organoleptic, physicochemical, microbiological and toxicological indicators of the quality of the resulting syrup; to identify the most effective enzyme to produce high-quality syrup. The objects of the study are the commercial enzymes α -amylase Lphera and glucoamylase Dextrozyme-1.5. It was established that according to organoleptic (taste, smell, color, transparency) and physico-chemical (mass fraction of dry and reducing substances, total ash; pH; acidity; sulfur dioxide content; caramel sample temperature; specific electrical conductivity) indicators, syrup obtained from corn starch using α -amylase, fully complies with the requirements of the state standard. Caramel syrup produced using both types of enzymes from wheat starch turned out to be cloudy. This is due to the peculiarities of the production of wheat suspension from which syrup is made. The mass fraction of dry and reducing substances in syrup obtained from both types of starch using glucoamylase is lower than normal by 5 and 14 %, respectively. The temperature value of the caramel sample of such syrup is 10 °C higher than the standard one. It has been shown that the safety indicators of syrup produced from corn and wheat starch using these enzymes meet the required standards. It has been established that the α -amylase enzyme is suitable for the production of high-quality caramel syrup that meets all the requirements of the state standard.

Keywords: caramel syrup, enzymes, α -amylase, glucoamylase, corn and wheat starch, quality indicators

For citation: Assessment of the enzymes effectiveness used in starch syrup production / D.K. Koval [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(4): 167–174 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-4-167-174.

Введение. Создание высокоэффективных технологий новых видов продукции, отвечающей современным тенденциям и требованиям науки о питании, является одним из главных направлений развития производства сахаристых крахмалопродуктов в России. Последние стали важным составным элементом мирового рынка подсластителей и оказывают значительное влияние на конъюнктуру рынка сахара. Производство крахмалопродуктов в нашей стране имеет широкую сырьевую базу, ассортимент продукции этой отрасли пищевой промышленности удовлетворяет потребности в крахмалопродуктах ряда важных отраслей народного хозяйства.

Последние достижения биотехнологии позволяют организовать производство сахаристых веществ путем промышленной трансформации менее ценных углеводов с использованием

биологических катализаторов – ферментных препаратов. Ферментные препараты нашли широкое применение при производстве из крахмала глюкозных, мальтозных, глюкозо-фруктозных и фруктозных сиропов.

Ферментная конверсия крахмала обеспечивает гибкость при его переработке и позволяет удовлетворить потребность в разного вида углеводах на базе этого продукта. Легкая расщепляемость крахмала ферментами делает его хорошо усвояемым энергетическим материалом.

Крахмальная патока – продукт неполного гидролиза крахмала разбавленными кислотами или амилолитическими ферментами. В зависимости от степени гидролиза крахмала патока содержит различное количество глюкозы, мальтозы и декстринов.

В зависимости от способа производства и углеводного состава патоку подразделяют на следующие виды: низкосахаренная, мальтозная, высокосахаренная, карамельная [1]. Последняя является наиболее широко применяемым видом крахмальной патоки; она содержит около 40 % редуцирующих веществ; глюкозы – 14–20; мальтозы – 29–37; мальтотриозы – 10–14 %. Присутствие высших сахаров обеспечивает сохранение консистенции и вязкости крахмальной патоки, вследствие чего она становится необходимым ингредиентом кондитерских изделий, регулирующим процесс кристаллизации сахарозы. Карамельная патока является универсальным и незаменимым улучшителем всех сортов хлеба и изделий расширенного ассортимента, выпекаемых из пшеничной муки. Она используется для изготовления десертов, пряников, печенья, кремов, глазури, некоторых видов конфет, пастилы, жевательной резинки, мороженого, мармелада [1]. Широкое распространение в крахмалопаточном производстве нашли α -амилазы (термофильные и мезофильные), γ -амилазы (глюкоамилазы, амилоглюкозидазы, глюканглюкогидролазы).

Известно получение сахаристого продукта из крахмала с помощью препарата бактериальной α -амилазы Spezyme LT 300, полученного из генетически модифицированного штамма *Bacillus amyloquefaillus*, с достаточно узким оптимумом действия в диапазоне pH (5,3–5,8). Но данный способ позволяет получать только глюкозу, что снижает его ценность в свете текущей переориентации пищевой промышленности на использование менее вредных для здоровья сахаров [2].

Получают крахмальную патоку и с использованием широко распространенного ферментного препарата Termamyl (термофильной α -амилазы). Этот фермент хотя и обладает таким положительным свойством, как пониженная зависимость от присутствия ионов кальция, но оптимум его действия находится при pH 6,5–7,0. Вследствие чего при приготовлении суспензии осуществляют подщелачивание ее содой до достижения указанного pH. Это приводит к увеличению количества минеральных веществ в глюкозном сиропе. Недостатком способа является его сложность и длительность. Кроме того, данный ферментный препарат является дорогостоящим [3].

Известен способ получения данного продукта, предусматривающий приготовление крахмальной суспензии, которую подают в емкость газовихревого биореактора и нагревают до 90–98 °C. Затем проводят разжижение ее ферментным препаратом альфа-амилазой. Полученный гидролизат очищают и уваривают с получением патоки [4]. Данный способ имеет существенные недостатки: большие энергозатраты на создание вихревого потока для осуществления процесса ферментации крахмала, сложность и длительность технологического процесса.

Получают крахмальную патоку и способом, включающим приготовление крахмальной суспензии при перемешивании, нагревание, разжижение крахмальной суспензии, кавитационную обработку с нагреванием суспензии, разжижение крахмальной суспензии под действием ферментного препарата, охлаждение разжиженного крахмала до температуры осахаривания, обработку жидкого продукта осахаривающим ферментным препаратом в газовихревом биореакторе. В качестве ферментного препарата, разжижающего суспензию крахмала, может быть использована альфа-амилаза, или амилосубтилин. В качестве осахаривающего крахмальную суспензию ферментного препарата может быть использована глюкоамилаза, или β -амилаза [5]. Недостатками данного способа являются большие энергозатраты, сложность технологического процесса.

В настоящей работе впервые изучено влияние на все показатели качества патоки, произведенной из кукурузного и пшеничного крахмала, ферментных препаратов: 1) Lphera (термостабильная α -амилаза) – самый стабильный препарат нового поколения, позволяющий работать в очень широком диапазоне pH (4,5–7,0) и температур (55–96 °C), увеличить содержание восстанавливающих сахаров (глюкозный эквивалент); 2) Dextrozyme-1,5 (глюкоамилаза) – препарат, при использовании которого можно получить максимальный глюкозный эквивалент в процессе осахаривания. Данный ферментный препарат обеспечивает улучшенную фильтрацию и обладает высокой pH стабильностью. Способ получения патоки с помощью указанных ферментных препаратов не требует использования специализированного оборудования, по-

вышенного давления и высоких температур, что уменьшает финансовые затраты на производство продукта. Немаловажно и то, что данные ферментные препараты и технология получения патоки являются более бюджетными по сравнению со всеми вышеупомянутыми.

Цель исследования – получение карамельной патоки из кукурузного и пшеничного крахмала с использованием амилолитических ферментов (термостабильной α -амилазы и глюкоамилазы) и изучение влияния последних на показатели качества и безопасности полученного сахаристого продукта.

Задачи: произвести карамельную патоку из кукурузного и пшеничного крахмала с использованием ферментов α -амилазы и глюкоамилазы; определить органолептические, физико-химические, микробиологические и токсикологические показатели качества полученной патоки; выявить наиболее эффективный фермент, позволяющий получить продукт высокого качества.

Объекты и методы. Для производства карамельной патоки использовали пшеничный и кукурузный крахмал, ферменты – коммерческие α -амилаза Lphera и глюкоамилаза Dextrozyme-1,5.

Получение патоки. Готовили суспензию 35 % (вес/объем) предварительно экстрагированных крахмалов. pH суспензии регулировали с использованием 0,2 моль/л фосфатного буфера с pH 6,0. Эту суспензию выдерживали при нагревании, повышая температуру на 1 °C в минуту до тех пор, пока крахмал полностью не растворится. После охлаждения раствор инкубировали на водяной бане при 50 °C с добавлением 10 мл α -амилазы (1 мг/мл) или глюкоамилазы (0,5 мг/мл) в течение 2 ч для полного сжижения. Затем инкубировали патоку при 60 °C в течение 48 часов при постоянном перемешивании. После этого полученную патоку очищали с помощью ионообменных колонок. Полученная патока содержит глюкозу, фруктозу, мальтозу, триозу.

Определение органолептических (внешний вид, вкус и запах, прозрачность, цвет) и физико-химических (массовая доля сухих и редуцирующих веществ, общей золы; pH; кислотность; содержание диоксида серы; температура кара-

мельной пробы; удельная электрическая проводимость) показателей патоки производили согласно ГОСТ [6]. Определение сухих веществ осуществляли на автоматическом рефрактометре марки «R4» фирмы Mettler Toledo. Анализ редуцирующих веществ проводили на жидкостном хроматографе серии LC-20 с программным обеспечением Lab Solution фирмы Shimadzu. Для измерения pH использовали pH-метр марки «ST3100-F» фирмы Ohaus. Анализ удельной электрической проводимости для деминерализованной патоки проводили на кондуктометре марки «Seven Compact» фирмы Mettler Toledo. Микробиологические показатели – мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы определяли по ГОСТу [7], бактерии группы кишечных палочек (колиформных бактерий) – согласно [8], бактерии рода *Salmonella* – согласно [9], дрожжи и плесневые грибы – согласно [10], культивирование и определение микроорганизмов – согласно [11, 12]. Анализировали содержание токсичных элементов: ртути – по методике [13], мышьяка – по [14], свинца – по [15], кадмия – по [16]. Определение пестицидов производили согласно ГОСТу [17].

Результаты и их обсуждение. В первую очередь были определены органолептические показатели качества карамельной патоки. Установлено, что продукт, произведенный из кукурузного крахмала с использованием обоих ферментов, по всем показателям соответствует требуемым нормативам [6]. Тогда как патока, произведенная из пшеничного крахмала, по показателю «прозрачность» не удовлетворяет требованиям государственного стандарта [6]. Она оказалась мутной. Это связано с особенностями производства пшеничной суспензии, из которой производится патока. Пшеничная суспензия требует дополнительного этапа очистки из-за того, что во время взаимодействия с ферментом образуются пентозаны – нерастворимые в воде вещества.

Далее определены физико-химические показатели качества патоки. Результаты представлены в таблице 1.

Физико-химические показатели качества карамельной патоки

Показатель	Карамельная патока				ГОСТ [2]
	из кукурузного крахмала с использованием		из пшеничного крахмала с использованием		
	α -амилазы	глюкоамилазы	α -амилазы	глюкоамилазы	
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	78	73	78	75	78
Массовая доля редуцирующих веществ, %	40	30,6	39,6	31,2	36-44
Массовая доля общей золы, %, не более	0,2	0,4	0,5	0,6	0,4
pH	5,5	4,3	5,0	3,6	3,5-6
Кислотность, см ³ , не более	6,0	5,3	7,0	6,5	15
Содержание SO ₂ , мг/кг, не более	7,0	8,9	2,3	1,2	40
Температура карамельной пробы, °С	145	155	145	155	145
Удельная электрическая проводимость, мкСм/см, не более	31,5	30	22,5	33,7	200

Из данных таблицы 1 видно, что патока, произведенная с помощью фермента глюкоамилазы, по таким показателям, как «массовая доля сухих веществ» и «массовая доля редуцирующих веществ», не удовлетворяет требованиям государственного стандарта [6]. Данные показатели ниже нормы на 5 и 14 % соответственно. Это свидетельствует о том, что указанный фермент не подходит для производства данного продукта. Значение массовой доли золы превышает норму в патоке, произведенной из пшеничной крахмальной суспензии с использованием α -амилазы и глюкоамилазы, на 25 и 50 % соответственно. Это связано с особенностью производства данной суспензии – в процессе производства образуется больше минеральных веществ, которые не сгорают.

Содержание сернистого ангидрида (см. табл. 1), являющегося аллергеном, удовлетворяет требованиям ГОСТа. Однако значение концентрации

SO₂ в патоке из кукурузного крахмала превышает таковое в патоке из пшеничного крахмала в случае использования α -амилазы в 3 раза, глюкоамилазы – в 7 раз. Данный факт, вероятно, обусловлен особенностями производства, поскольку изначально зерно кукурузы замачивается в сульфаминовой кислоте.

Значение температуры карамельной пробы патоки (см. табл. 1), произведенной с помощью α -амилазы, удовлетворяет требованиям ГОСТа, тогда как данный показатель продукта, полученного в присутствии глюкоамилазы, не соответствует требуемым нормативам – выше на 10 °С.

pH и значения удельной электрической проводимости патоки во всех случаях (см. табл. 1) удовлетворяют требованиям ГОСТа.

Далее определены микробиологические показатели качества патоки, а также показатели ее безопасности. Результаты показаны в таблице 2.

Таблица 2

Показатели безопасности карамельной патоки

Показатель	Карамельная патока			
	из кукурузной крахмальной суспензии с использованием		из пшеничной крахмальной суспензии с использованием	
	α -амилазы	глюкоамилазы	α -амилазы	глюкоамилазы
1	2	3	4	5
Ртуть, мг/кг, не более 0,03	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Мышьяк, мг/кг, не более 1,0	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Кадмий, мг/кг, не более 0,2	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Свинец, мг/кг, не более 1,0	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Пестициды	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Зараженность мезофильными аэробными и факультативно-анаэробными микроорганизмами	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Фосфорорганические пестициды	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Бактерии группы кишечных палочек (колиформных бактерий)	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Дрожжи и плесневые грибы	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

Из данных таблицы 2 видно, что все показатели безопасности патоки, произведенной из кукурузного и пшеничного крахмала с использованием исследуемых ферментов, соответствуют требуемым нормативам [7].

Заключение. В настоящей работе получена карамельная патока из кукурузного и пшеничного крахмала с использованием ферментов α -амилазы и глюкоамилазы; определены показатели ее качества. Установлено, что по органолептическим показателям карамельная патока, полученная из кукурузного крахмала с применением α -амилазы, полностью соответствуют требованиям ГОСТа. Карамельная патока, произведенная с помощью обоих видов ферментов из пшеничного крахмала, оказалась мутной по сравнению с таковой, произведенной из кукурузного крахмала. Показано, что по всем физико-химическим показателям качества полностью соответствует требованиям ГОСТ карамельная патока, полученная из кукурузного крахмала с применением фермента α -амилазы. Выявлено, что показатели безопасности патоки, произведенной из кукурузного и пшеничного крахмала с использованием указанных ферментов, соответствуют требуемым нормативам. Таким образом, можно заключить, что использование фермента α -амилазы позволяет получить карамельную патоку высокого качества, тогда как фермент глюкоамилаза, обеспечивающий низкое качество, не пригоден для получения данного продукта.

Список источников

1. Рензьева Т.В., Назимова Г.И., Марков А.С. Технология кондитерских изделий. СПб.: Лань, 2022. 156 с.
2. Пат. 2314351 Рос. Федерация. Способ получения глюкозы / Хворова Л.С., Андреев Н. Р., Лукин Н.Д., Липидус Т.В., Нюнина Н.Н.; патентообладатель Всерос. науч.-исслед. ин-т крахмалопродуктов. № 2006125556/13; заявл. 18.07.2006; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1. 7 с.
3. Гольбин В.А., Ефремов А.А. Технология крахмала, крахмалопродуктов и глюкозно-фруктозных сиропов: учеб. пособие. Воронеж: ВГУИТ, 2013. 140 с.
4. Донков С.А., Кадетова М.Ю. Ферментативный гидролиз крахмала и крахмалсодержащего растительного сырья при получении сахаросодержащих продуктов для животноводства (обзор патентов) // Вестник КрасГАУ. 2019. № 3. С. 116–121.
5. Пат. 2421525 Рос. Федерация. Способ получения патоки из крахмала / Рамазанов Ю.А., Аксенов В.В.; патентообладатели Рамазанов Ю.А., Аксенов В.В. № 2010120983/13; заявл. 24.05.2010; опубл. 20.06.2011, Бюл. № 17. 9 с.
6. ГОСТ 33917-2016. Патока крахмальная. Общие технические условия. М., 2017. 52 с.
7. ГОСТ 10444.15-94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. М., 2021. 7 с.

8. ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). М., 2013. 20 с.
9. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002). Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. М., 2014. 25 с.
10. ГОСТ 10444.12-88. Продукты пищевые. Метод определения дрожжей и плесневых грибов. М., 2010. 7 с.
11. ГОСТ 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов. М., 2008. 8 с.
12. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции (с изменениями). М., 2021. 173 с.
13. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути. М., 2010. 14 с.
14. ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка. М., 2010. 7 с.
15. ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца. М., 2010. 11 с.
16. ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия. М., 2010. 11 с.
17. ГОСТ 30710-2001. Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств фосфорорганических пестицидов. Минск, 2001. 19 с.
4. *Donkov S.A., Kadetova M.Yu.* Fermentativnyj gidroliz krahmala i krahmalsoderzhaschego rastitel'nogo syr'ya pri poluchenii saharosoderzhaschih produktov dlya zhivotnovodstva (obzor patentov) // *Vestnik KrasGAU*. 2019. № 3. S. 116–121.
5. Pat. 2421525 Ros. Federaciya. Sposob polucheniya patoki iz krahmala / *Ramazanov Yu.A., Aksenov V.V.*; patentoobladateli *Ramazanov Yu.A., Aksenov V.V.* № 2010120983/13; zayavl. 24.05.2010; opubl. 20.06.2011, Byul. № 17. 9 s.
6. GOST 33917-2016. Patoka krahmal'naya. Obschie tehicheskie usloviya. M., 2017. 52 s.
7. GOST 10444.15-94. Produkty pischevye. Metody opredeleniya kolichestva mezofil'nyh a`erobnyh i fakul'tativno-ana`erobnyh mikroorganizmov. M., 2021. 7 s.
8. GOST 31747-2012. Produkty pischevye. Metody vyyavleniya i opredeleniya kulichestva bakterij gruppy kischechnyh palochek (koliformnyh bakterij). M., 2013. 20 s.
9. GOST 31659-2012 (ISO 6579:2002). Produkty pischevye. Metod vyyavleniya bakterij roda *Salmonella*. M., 2014. 25 s.
10. GOST 10444.12-88. Produkty pischevye. Metod opredeleniya drozhzhej i plesnevyyh gibrov. M., 2010. 7 s.
11. GOST 26670-91. Produkty pischevye. Metody kul'tivirovaniya mikroorganizmov. M., 2008. 8 s.
12. TR TS 021/2011. O bezopasnosti pischevoj produkcii (s izmeneniyami). M., 2021. 173 s.
13. GOST 26927-86. Syr'e i produkty pischevye. Metod opredeleniya rtuti. M., 2010. 14 s.
14. GOST 26930-86. Syr'e i produkty pischevye. Metod opredeleniya mysh'yaka. M., 2010. 7 s.
15. GOST 26932-86. Syr'e i produkty pischevye. Metody opredeleniya svinca. M., 2010. 11 s.
16. GOST 26933-86. Syr'e i produkty pischevye. Metody opredeleniya kadmiya. M., 2010. 11 s.
17. GOST 30710-2001. Plody, ovoschi i produkty ih pererabotki. Metody opredeleniya ostatocnyh kolichestv fosfororganicheskikh pesticidov. Minsk, 2001. 19 s.

References

1. *Renzyaeva T.V., Nazimova G.I., Markov A.S.* Tehnologiya konditerskih izdelij. SPb.: Lan', 2022. 156 s.
2. Pat. 2314351 Ros. Federaciya. Sposob polucheniya glyukozy / *Hvorova L.S., Andreev N. R., Lukin N.D., Lapidus T.V., Nyunina N.N.*; patentoobladatel' *Vseros. nauch.-issled. in-t krahmaloproduktov*. № 2006125556/13; zayavl. 18.07.2006; opubl. 10.01.2008, Byul. № 1. 7 s.
3. *Golybin V.A., Efremov A.A.* Tehnologiya krahmala, krahmaloproduktov i glyukozno-fruktoznyh siropov: ucheb. posobie. Voronezh: VGUIT, 2013. 140 s.

Статья принята к публикации 11.09.2023 / The article accepted for publication 11.09.2023.

Информация об авторах:

Дарья Константиновна Коваль¹, специалист по производственному процессу и готовой продукции
Анна Евгеньевна Масленникова², студентка 4-го курса
Екатерина Сергеевна Сахарова³, студентка 4-го курса
Елена Александровна Власова⁴, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и биотехнологии, кандидат химических наук

Information about the authors:

Daria Konstantinovna Koval¹, Specialist in Production Process and Finished Products
Anna Evgenievna Maslennikova², 4th year student
Ekaterina Sergeevna Sakharova³, 4th year student
Elena Alexandrovna Vlasova⁴, Associate Professor at the Department of Food Technology and Biotechnology, Candidate of Chemical Sciences

