

УДК 635.62

DOI: 10.46548/21vek-2021-1055-0021

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ПЮРЕОБРАЗНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ МЯКОТИ ТЫКВЫ

©2021

Школьникова Марина Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры Технологии питания

Аббазова Венера Нагимовна, аспирант, ассистент кафедры Управления качеством

Уральский государственный экономический университет

(620144, Россия, Екатеринбург, улица 8 Марта/Народной Воли, 62/45,

e-mails: shkolnikova.m.n@mail.ru, abbazova@usue.ru)

Аннотация. Одно из современных направлений переработки растительного сырья – использование местных овощей и плодов, что делает возможным удовлетворение потребностей населения конкретного региона РФ в продуктах питания за счет регионального производства. В настоящее время традиционные методы переработки овощного сырья заменяются биотехнологическими и, прежде всего, это связано с использованием ферментов. Ферменты используются для биотрансформации практически любого вида овощного сырья, что позволяет получать продукты питания / напитки более высокого качества и пищевой ценности, а также существенно повысить глубину его переработки. Целью данной работы является исследование влияния ферментного препарата на состав и свойства каротиноидсодержащего пюре из мякоти тыквы. По результатам проведенного исследования выявлено, что использование приема ферментативного гидролиза пюрированной мякоти тыквы позволяет повысить пищевую ценность за счет увеличения содержания сахаров, биологическая ценность получаемого полуфабриката несколько снижается, однако сохранность аскорбиновой кислоты увеличивается в 2,5–3,5 раза, каротина – в 3,2–5,7 раза по сравнению с контрольными образцами пюре, полученными бланшированием.

Ключевые слова: тыква, ферментативная обработка сырья, мякоть тыквы, каротиноиды.

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF ENZYMATIVE PROCESSING ON THE QUALITY OF PURE-like SEMI-FINISHED PRODUCTS FROM PUMPKIN PULP

©2021

Shkolnikova Marina Nikolaevna, doctor of Technical Sciences, professor at the Department of Nutrition Technology

Abbazova Venera Nagimovna, postgraduate student, assistant of the Department of Quality Management

Ural State Economic University

(620144, Russia, Yekaterinburg, 8 Marta / Narodnaya Volya street, 62/45,

e-mails: shkolnikova.m.n@mail.ru, abbazova@usue.ru)

Abstract. One of the modern trends in the processing of vegetable raw materials is the use of so-called local vegetables and fruits, which makes it possible to meet the needs of the population of a particular region of the Russian Federation in food products through regional production. Currently, traditional methods of processing vegetable raw materials are being replaced by biotechnological ones and, first of all, this is due to the use of enzymes. Enzymes are used for biotransformation of almost any type of vegetable raw material, which allows obtaining food / drinks of higher quality and nutritional value, as well as significantly increasing the depth of its processing. The aim of this work is to study the effect of an enzyme preparation on the composition and properties of carotenoid-containing pumpkin pulp puree. According to the results of the study, it was revealed that the use of enzymatic hydrolysis of puréed pumpkin pulp allows to increase the nutritional value, due to an increase in the sugar content, the biological value of the resulting semi-finished product slightly decreases, but the safety of ascorbic acid increases 2.5-3.5 times, carotene - in 3.2-5.7 times compared to the control puree samples obtained by blanching.

Keywords: pumpkin, enzymatic processing of raw materials, pumpkin pulp, carotenoids.

Введение. Многочисленными исследованиями доказано, что для населения многих регионов РФ характерны полигиповитаминозные состояния, в частности, у 28-45 % жителей северных и сибирских регионов независимо от времени года имеется дефицит по трем витаминам и более: витамины группы *B, E, D, C* и каротиноиды [1].

Жирорастворимые каротиноиды можно выделить в отдельную группу, благодаря широкому спектру физиологического действия, а также незаменимости, поскольку организмы млекопитающих неспособны к их биосинтезу, – *de novo* каротиноидные соединения синтезируются только в растениях и микроорганизмах. Выраженное антиоксидантное действие каротинои-

дов заключается в их способности поглощения путем полной или частичной диссипации энергии синглетных атомов кислорода и реагировать с образующимися в организме свободными радикалами. Недостаточность употребления каротиноидов в пищу приводит к возникновению в организме дефицита витамина *A* [2, 3]. Установленная в России суточная физиологическая потребность каротиноидов (β -каротина) для взрослых составляет не менее 5 мг.

Самым эффективным путем решения данной проблемы является употребление как непосредственно свежих плодов и овощей как источника каротиноидов, так и продуктов их эффективной переработки, максимально сохраняющей их нативные формы, по-

луфабрикатов и приготовленных с их использованием пищевых продуктов. Особая роль при этом отводится местным сырьевым ресурсам, так как в настоящее время один из мировых трендов переработки растительного сырья – использование так называемых локальных овощей и плодов, радиус произрастания которых не превышает 100 км, что делает возможным удовлетворение потребностей населения конкретного региона РФ в продуктах питания за счет регионального производства. Практический интерес представляют плоды и овощи, прочно вошедшие в культуру определенных территорий, знакомы своими вкусовыми и полезными свойствами и в течение длительного времени не теряют свои потребительские качества, но недооценены как источники БАВ, в частности каротиноидов. В этой связи перспективной для использования в пищевой технологии является мякоть тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo*), выращиваемой в РФ практически повсеместно как сельхозпредприятиями, так и населением.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных раньше частей общей проблемы. Наряду с каротиноидами, в мякоти тыквы содержится широкий перечень нутриентов: пищевые волокна, пектин и другие полисахариды, макро- и микроэлементы, полифенольные соединения и др., обуславливающие противодиабетическое, антиоксидантное, антиканцерогенное, гипотензивное, гипогликемическое и гипоchoлестеролемическое, противовоспалительное действия [4-7].

Надо сказать, что в виду сезонности сырья особую роль приобретают используемые в различных отраслях пищевой промышленности каротиноидсодержащие полуфабрикаты, а эффективная переработка каротиноидсодержащего сырья, в том числе методами биотехнологии, на сегодняшний день является мировой тенденцией – традиционные методы переработки овощного сырья заменяются биотехнологическими и, прежде всего, это связано с использованием ферментов. Ферменты используются для биотрансформации практически любого вида овощного сырья, что позволяет получать продукты питания / напитки более высокого качества и пищевой ценности, а также существенно повысить глубину его переработки. Наибольший технологический эффект использования ферментов получен в технологии соковой продукции [8-12].

Также ферментные препараты широко используются для выделения пектина из мякоти тыквы: целлюлаза, гемицеллюлаза и комплекс гликозидаз [13], микробных ферментов из *Aspergillus awamori* [14], мультиферментная культура различных штаммов *Bacillus polymyxa* [15], пектиназа [16] и др., позволяющих получать пектины с улучшенными технологическими свойствами или больший выход пектина по сравнению с кислотным гидролизом. Комбинация ферментативной обработки и ультразвука позволила получить экстракты полисахаридов с более высокой

антиоксидантной активностью [17].

Известно использование коммерческих ферментных препаратов *Pectinex* и *Termamyl* [18], *Pectinex* и *Celluclast* [19] с целью получения пюреобразного продукта для дальнейшей эффективной распылительной сушки. Вместе с тем, работ по использованию ферментных препаратов для частичного или полного гидролиза полисахаридов с целью улучшения вкуса и консистенции пюреобразных полуфабрикатов из мякоти тыквы, крайне мало.

Вышесказанное обусловило актуальность и **цель** настоящего исследования: исследовать влияние ферментного препарата на состав и свойства каротиноидсодержащего пюре из мякоти тыквы.

Материалы и результаты исследования. Объектами исследования являлись: свежая мякоть тыквы культивируемых в Свердловской обл. среднеспелых крупноплодных сортов «Россиянка», «Улыбка» и «Оранжевая кустовая», собранных в стадии потребительской степени зрелости без повреждений и признаков порчи в середине сентября 2020 г (Сысертский район); тыквенное пюре, полученное из нарезанной на кусочки 3×3 см мякоти после отделения от корковой оболочки, семян и семенной мякоти: измельчением и блендированием бланшированных в течение 10 мин при $T=100^{\circ}\text{C}$ частей мякоти (контроль), а также обработанное ферментным препаратом в течение 5–60 мин при $T=60^{\circ}\text{C}$ (опыт). Использован амилолитический ферментный препарат *Termamil SC* (производство «Novozymes A/S», Дания), представляющий собой термостабильную бактериальную α -амилазу с характеристиками: активность $AC = 1800 \text{ ед/см}^3$ (по ГОСТ Р 54330-2011), оптимум pH 5,0–9,0, температурный оптимум 55–95°C, инактивация после 110°C.

Исследование мякоти тыквы и образцов пюре выполнены с использованием стандартных и общепринятых методов: состояние мякоти образцов – по ГОСТ 7975-2013, содержание: сухих веществ – по ГОСТ ISO 2173-2013, редуцирующих сахаров – перманганатным методом по ГОСТ 8756.13–87, кислот – потенциометрическим титрованием по ГОСТ ISO 750-2013, каротина – по ГОСТ ISO 6558-2-2019, аскорбиновой кислоты – титриметрическим методом с 2,6-дихлорфенолиндифенолятом по ГОСТ 24556-89, железа – по ГОСТ 26928-86, магния и кальция – по ГОСТ 23268.5-78.

Оценку органолептических показателей образцов тыквенного пюре проводили при температуре 22°C и естественном освещении по следующим показателям: цвет, аромат, вкус (с выделением привкусов) и консистенция – по ГОСТ 8756.1-2017.

На первом этапе исследования определили физико-химические показатели качества исходного сырья (табл. 1).

Установлено, что содержание сухих веществ в образцах тыквы составляет от 8,15% до 11,6%, наибольшее содержание сахаров в сорте «Оранжевая кустовая» – 7,40%, все исследуемые сорта тыквы содержат незначительное количество кислот, что объяс-

няет пресный вкус мякоти. Биологическую ценность мякоти тыквы обуславливают прежде всего каротиноиды, содержание которых является одним из основных показателей функциональных свойств пищевых продуктов. Известно, что максимальным содержанием каротиноидов отличаются мускатные сорта тыквы («Чудо-юдо», «Жемчужина» и «Красавица» и др.) – от 6,9 до 11,9 мг/100 г в пересчете на β -каротин [7]. Так как исследуемые сорта относятся к крупноплодной, успешно возделываемые в условиях Среднего Урала, то содержание каротина составило от 1,67 мг/100 г до 1,98 мг/100 г. Содержание еще одного эндогенного антиоксиданта и синергиста каротина – аскорбиновой кислоты, составило от 8,65 мг/100 г до 14,20 мг/100 г, что хорошо согласуется с литературными данными [20, 21].

Таблица 1 – Химический состав мякоти образцов тыквы ($n=3$, $M\pm m$)

Показатель	«Россиянка»	«Улыбка»	«Оранжевая кустовая»
М.д. растворимых сухих веществ, %	8,15 \pm 0,80	9,16 \pm 0,80	11,60 \pm 0,80
М.д. редуцирующих сахаров, %	5,42 \pm 0,40	6,16 \pm 0,40	7,40 \pm 0,40
Титруемая кислотность (на яблочную), ммоль Н ⁺ на 100 г продукта	0,10 \pm 0,02	0,11 \pm 0,02	0,10 \pm 0,02
Содержание каротина (выраженное через β -каротин, мг/100 г)	1,67 \pm 0,10	1,70 \pm 0,10	1,98 \pm 0,10
М.д. аскорбиновой кислоты, мг/100 г	8,65 \pm 0,80	11,40 \pm 0,80	14,20 \pm 1,00
Содержание железа, мг/100 г (в расчете на сухое вещество)	0,62 \pm 0,01	0,55 \pm 0,01	0,34 \pm 0,01
Содержание магния, мг/100 г (в расчете на сухое вещество)	14,22 \pm 1,50	23,50 \pm 1,50	17,89 \pm 1,50
Содержание кальция, мг/100 г (в расчете на сухое вещество)	22,20 \pm 2,50	34,20 \pm 2,50	27,60 \pm 2,50

Как показала серия опытов по пюрированию свежей мякоти, несмотря на высокую степень измельчения мякоти тыквы ручным блендером с насадкой «нож» продукт остается с гетерогенной структурой, расслаиваясь на жидкую фракцию и твердые частицы, не образуя гомогената. Полученные образцы пюре представляют собой пульпу с выраженными привкусами овощей и крахмала.

Оценка органолептических показателей опытных образцов пюре показала, что бланширование нарезанной мякоти в течение 10 мин при $T=100^{\circ}\text{C}$ позволяет получать тыквенное пюре с равномерной и гомогенной консистенцией без кусочков мякоти и прожилок, характерных для свежей тыквы, устранить крахмалистость вкуса, однако во вкусе появляется выраженный тон вареных овощей, снижающий органолептическое восприятие тыквенного пюре. Кроме того, обработка высокой температурой снижает пищевую и биологическую ценность мякоти тыквы за счет вымывания минералов и разрушения термолабильных аскорбиновой кислоты и каротина, что показано в эксперименте (табл. 2). Из представленных в таблице 2 данных видно, что содержание аскорбиновой кислоты снижается на 64,3–77,9%, каротина – на 21,8–25,3%, таким образом, становится практически невозможным использование тыквенного пюре полученного способом бланширования для производства продуктов питания с высокой биологической ценностью. Надо сказать, что в условиях производства возможно бланширование мякоти паром для исключения снижения содержания сухих веществ, с целью размягчения консистенции и разрушения клеточных мембран, а также сохранения нативных БАВ [22, 23].

Далее при получении опытных образцов пюре осуществляли ферментативное расщепление крахмала ферментным препаратом *Termamil SC*.

Таблица 2 – Химический состав опытных и контрольных образцов пюре тыквы

Показатель	Химический состав пюре тыквы, полученных с предварительным бланшированием (опыт) ($n=3$, $M\pm m$)						Химический состав пюре тыквы, полученных обработкой ферментным препаратом (контроль) ($n=3$, $M\pm m$)					
	Сорт тыквы						Сорт тыквы					
	«Россиянка»		«Улыбка»		«Оранжевая кустовая»		Грибовская		Алтайская кустовая		Зимняя сладкая	
	факт	% деград.	факт	% деград.	факт	% деград.	факт	% деград.	факт	% деград.	факт	% деград.
М.д. растворимых сухих веществ, %	7,48 \pm 0,80	– 8,22	7,98 \pm 0,80	– 12,88	10,16 \pm 0,80	– 12,41	9,23 \pm 0,80	+ 13,2	10,47 \pm 0,80	+ 14,3	12,38 \pm 0,80	+ 6,7
М.д. редуцирующих сахаров, %	6,69 \pm 0,40	+ 2,4	6,48 \pm 0,40	+ 5,2	7,62 \pm 0,40	+ 3,0	5,84 \pm 0,40	+ 7,7	6,94 \pm 0,40	+ 12,7	7,73 \pm 0,40	+ 4,5
Титруемая кислотность (на яблочную), ммоль Н ⁺ на 100 г продукта	0,07 \pm 0,02	– 27,0	0,08 \pm 0,02	– 30,0	0,08 \pm 0,02	– 20,0	0,12 \pm 0,02	+ 18,2	0,12 \pm 0,02	+ 10,0	0,12 \pm 0,02	+ 18,4
Содержание каротина (выраженное через β -каротин, мг/100 г)	1,31 \pm 0,10	– 21,8	1,30 \pm 0,10	– 23,5	1,48 \pm 0,10	– 25,3	1,56 \pm 0,10	– 6,7	1,63 \pm 0,10	– 4,1	1,87 \pm 0,10	– 5,6
М.д. аскорбиновой кислоты, мг/100 г	1,91 \pm 0,80	– 77,9	3,69 \pm 0,80	– 67,6	5,07 \pm 0,80	– 64,3	6,24 \pm 0,80	– 27,9	9,20 \pm 0,80	– 19,3	10,55 \pm 0,80	– 25,7
Содержание железа, мг/100 г (в расчете на сухое вещество)	0,46 \pm 0,01	– 25,5	0,38 \pm 0,01	– 31,0	0,26 \pm 0,01	– 24,5	0,69 \pm 0,01	+ 7,8	0,63 \pm 0,01	+ 14,3	0,36 \pm 0,01	+ 6,1
Содержание магния, мг/100 г (в расчете на сухую массу)	12,02 \pm 1,5	– 15,5	19,86 \pm 1,5	– 8,5	16,00 \pm 1,5	– 10,6	15,88 \pm 1,5	+ 11,7	25,90 \pm 1,5	+ 10,2	32,56 \pm 1,5	+ 8,2
Содержание кальция, мг/100 г (в расчете на сухую массу)	14,40 \pm 2,5	– 35,0	23,60 \pm 2,5	– 31,1	20,80 \pm 2,5	– 24,6	25,37 \pm 2,5	+ 14,3	38,78 \pm 2,5	+ 13,4	30,86 \pm 2,5	+ 11,8

Учитывая отсутствие в препарате β -амилазной активности, необходимость в проведении мальтозной паузы при температуре 62–63°C отпадает.

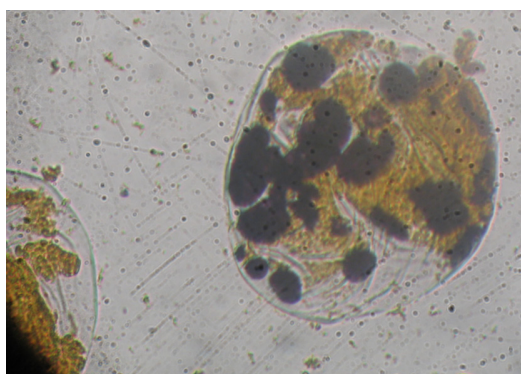
При оценке органолептических показателей контрольных образцов пюре установлено, что крахмалистый привкус практически неощутим, тон вареных овощей по сравнению с контрольными образцами, отсутствует, консистенция стала более однородной. Исследован состав контрольных образцов пюре (табл. 2).

Таким образом, для проведения гидролиза крахмала ферментный препарат вносили в количествах от 0,1 до 0,5% с равным интервалом концентраций и оценивали продолжительность гидролиза при температуре 75°C по йодной пробе через интервалы времени равные 5 минут. Йодную пробу подвергали микроскопированию для уточнения полноты гидролиза (табл. 3).

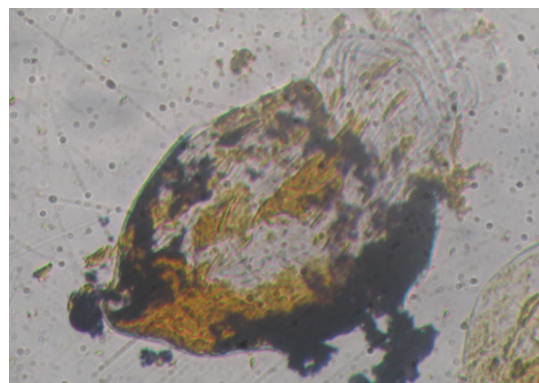
Таблица 3 – Результаты йодной пробы при осахаривании мякоти тыквы «Оранжевая кустовая»

Продолжительность осахаривания	Концентрация ферментного препарата Termamil SC				
	0,01 %	0,02%	0,03 %	0,04 %	0,05 %
5 мин	+	+	+	+	+
10 мин	+	+	+	+	+
15 мин	+	+	+	+	+
20 мин	+	+	+	+	+
25 мин	+	+	+	+	+
30 мин	+	+	+	+	+
35 мин	+	+	+	+	+
40 мин	+	+	+	+	+/-
45 мин	+	+	+	+/-	+/-
50 мин	+	+	+/-	—	—
55 мин	+	+	+/-	—	—
60 мин	+	+/-	—	—	—

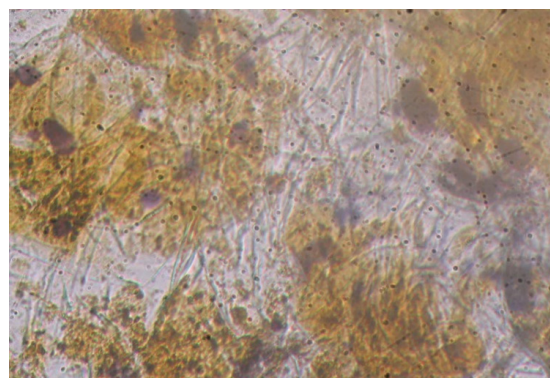
В эксперименте установлено, что мякоть тыквы плохо поддается ферментативному гидролизу α -амилазой. Так в опытах с концентрациями ферментного препарата 0,01 и 0,02% к массе сырья расщепления крахмала не наблюдалось. Максимальная глубина гидролиза была отмечен при использовании концентраций ферментного препарата 0,04 и 0,05% к массе тыквенной пульпы при длительности обработки 50 мин. По истечении этого времени пульпа приобрела более гомогенную консистенцию, с едва заметными отдельными крупинками. Возможно, это свидетельствует о неполном гидролизе крахмала, однако за счет удерживания гранул крахмала протопектиновым матриксом, доступ к ним ферментного препарата затруднен. Частично это можно подтвердить результатами микроскопирования при увеличении 600 крат, что показано на рисунке 1.



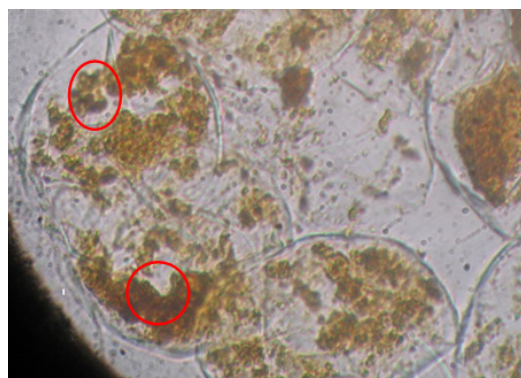
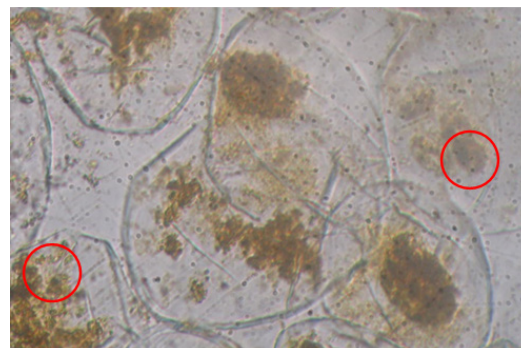
а) гранулы крахмала тыквы перед проведением ферментативной обработки



б) частичный гидролиз крахмальных гранул (20 мин, 0,04% ферментного препарата)



в) частичный гидролиз гранул крахмала под действием амилазы (40 мин, 0,04%)



г) клетки мякоти тыквы с растворенными зернами крахмала (заметны частично негидролизированные гранулы крахмала) (60 мин, 0,04% ферментного препарата)

Рисунок 1 – Микрофотографии, демонстрирующие ход гидролиза крахмальных зерен в мякоти тыквы «Оранжевая кустовая» при обработке ферментным препаратом Termamil SC

Потерю минеральных элементов при бланшировании можно объяснить явлением осмоса – ионы металлов при контакте клеточной стенки с водой переходят через нее в более разбавленный раствор, т.е. в воду. При ферментативной обработке, возможно, за счет разрушения крахмальных зерен происходит переход металлов из связанных состояний в свободное, но поскольку объем остается постоянным происходит их накопление.

Заключение. Из представленных данных можно видеть, что использование приема ферментативного гидролиза пюреированной мякоти тыквы позволяет повысить пищевую ценность, за счет увеличения содержания сахаров, биологическая ценность получаемого полуфабриката несколько снижается, однако сохранность аскорбиновой кислоты увеличивается в 2,5–3,5 раза, каротин – в 3,2–5,7 раза по сравнению с контрольными образцами пюре, полученными бланшированием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Беляев А.А. Разработка рецептуры и технологии сокодержавшего напитка на основе плодово-ягодного сырья Красноярского края и продукции пчеловодства / А.А. Беляев, Н.А. Величко, О.В. Иванова, И.А. Якобу // Вестник КрасГАУ. 2017. №1. С. 125–131.
2. Terao J, Minami Y and Bando N. Singlet molecular oxygen-quenching activity of carotenoids: relevance to protection of the skin from photoaging // Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition. 2011. V. 48 P.57–62. doi: 10.3164/jcbs.11-008FR.
3. Ramel F, Birtic S, Cuiné S, Triantaphylidès C, Ravanat JL, Havaux M. Chemical quenching of singlet oxygen by carotenoids in plants. // Plant Physiol. 2012. 158(3). P. 1267–78. doi: 10.1104/pp.111.182394.
4. Kaur S., Panghal A., Garg M.K., Mann S., Khatka, S.K., Sharma P. and Chhikara N., Functional and nutraceutical properties of pumpkin – a review // Nutrition & Food Science. 2019. V. 50, no. 2. pp. 384–401. doi:10.1108/NFS-05-2019-0143
5. Завьялова Т.И., Костко И.Г. Биологическая ценность тыквы и продуктов ее переработки // Известия СПбГАУ. 2015. №39. С. 45–58;
6. Борисова А.В., Макарова Н.В. Экспериментальное определение физико-химических и антиоксидантных показателей четырех видов овощей // Техника и технология пищевых производств. 2012. №2 (25). С. 14А–19
7. Дейнека Л.А., Гостищев И.А., Дейнека В.И. и др. Исследование каротиноидного состава мякоти тыквы // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 9. С. 131–136.
8. Кожухова М.А. Биотехнологические методы в производстве плодовоовощных соков и нектаров / М.А. Кожухова, А.Н. Теркун, С.Е. Рожков // Известия вузов. Пищевая технология. 2003. № 4. С. 5–9.
9. Способ производства овощного ферментированного напитка: пат. 2241356 Рос. Федерация № 2002129516/13; заявл. 04.11.2002; опубл. 10.12.2004. Бюл. № 34.
10. Кожухова М.А. Математическое обоснование режимов ферментативной обработки тыквы препаратом Fuctozym M / М.А. Кожухова, А.Н. Теркун, И.А. Круглова // Известия вузов. Пищевая технология. 2003. № 1. С. 85–87.
11. Киселева Л.В. Биокатализаторы в технологии соков с мякотью и пюре / Л. В. Киселева, В. А. Ломачинский, О. А. Синицына, А. П. Синицын // Пиво и напитки. 2009. № 2. С. 30–32.
12. Способ получения сокодержавшего напитка функционального назначения: пат. 2685944 Рос. Федерация №2018137152; заявл. 22.10.2018; опубл. 23.04.2019. Бюл. № 12.
13. Olga G Shkodina, Olga A Zeltser, Nikolai Yu Selivanov, Vladimir V Ignatov Enzymic extraction of pectin preparations from pumpkin // Food Hydrocolloids. 1998. V.12, Issue 3. P. 313–316. doi:10.1016/S0268-005X(98)00020-4.
14. N.M. Ptichkina, O.A. Markina, G.N. Rumyantseva Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes // Food Hydrocolloids. 2008. Volume 22, Issue 1, P. 192–195.
15. Alexander V.Matora, Olga G.Shkodina, Dmitry A.Zhemerichkin, Natafya M.Ptichkina, Edwin R.Morris The application of bacterial enzymes for extraction of pectin from pumpkin and sugar beet // Food Hydrocolloids. 1995. Volume 9, Issue 1, P. 43–46. doi:10.1016/S0268-005X(09)80192-6.
16. M.Zh. Kizatova, G.K. Iskakova, S.T. Azimova, J.S. Nabieva, B.N. Alibaeva Establishment of mode parameters of extraction of pumpkin pectin-containing extract by enzyme method // Eurasian Journal of Biosciences. 2020. V.14. Issue 2. pp. 4261–4269.
17. Hao Wu, Junxiang Zhu, Wenchao Diao, Chengrong Wang Ultrasound-assisted enzymatic extraction and antioxidant activity of polysaccharides from pumpkin (Cucurbita moschata) // Carbohydrate Polymers. 2014. V. 113, 26. P. 314–324.
18. Shavakhi, F., Chai, K. F., & Ghazali, H. M. Enzymatic maceration and liquefaction of pumpkin (Cucurbita moschata L.) flesh for the preparation of a suitable base feed for spray drying // J Food Process Preserv. 2021. 45. e15075. doi:10.1111/jfpp.15075.
19. F Kormin, R A Sakinah, A C Iwansyah and A Hesani 2021 The effect of enzyme concentration on physical characteristics of pumpkin (Cucurbita moschata) puree and its dried extract // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 736, International Conference on Biodiversity 2020, 4 - 5 November 2020, Melaka, Malaysia Citation F Kormin et al 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 736 012031. doi:10.1088/1755-1315/736/1/012031.
20. Дейнека Л.А., Гостищев И.А., Дейнека В.И. и др. Исследование каротиноидного состава мякоти тыквы. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 9. С. 131–136.
21. Емельянов А. А., Кузнецова Е. А. Составляющие мякоти тыквы // Пиво и напитки. 2009. № 4. С. 40–43.
22. Самченко О.Н., Каленик Т.К., Вершинина А.Г. Использование тыквы при производстве мясных рубленых полуфабрикатов // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 2(25). С. 84–88.
23. Способ комплексной переработки тыквы: пат. 2476090 Рос. Федерация №2012100010/13; заявл. 10.01.2012 №; опубл. 27.02.2013. Бюл. № 6.
24. Irene Dini, Gian Carlo Tenore, Antonio Dini Effect of industrial and domestic processing on antioxidant properties of pumpkin pulp // LWT - Food Science and Technology. 2013. V. 53, Issue 1, P. 382–385 doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.005

Статья поступила в редакцию 20.07.2021

Статья принята к публикации 15.09.2021