Научная статья

4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)

УДК 663.03:664.87

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.01.006 [https://www.elibrary.ru/images/qr_code2.pngEDN: RNRMKD](https://elibrary.ru/RNRMKD)

**ВЫСУШЕНЫЙ ФЕРМЕНТОЛИЗОВАННЫЙ ПОЛУФАБРИКАТ**

**ИЗ МЯКОТИ ТЫКВЫ КАК ОСНОВА ДЛЯ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ**

**Евгений Дмитриевич Рожнов 1, Марина Николаевна Школьникова2,**

**Венера Нагимовна Аббазова3, Вячеслав Леонидович Захаров 4**

1, 2, 3 Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

1 red@bti.secna.ru, https://orcid.org/0000-0002-3982-9700

2 shkolnikova.m.n@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9146-6951

3abbazova@usue.ru,https://orcid.org/0000-0002-2009-8856

4Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Россия

zaxarov7979@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-4891- 658Х

***Аннотация.*** *Статья посвящена получению высушенного полуфабриката из мякоти тыквы с высокой биологической ценностью за счет разрушения нативных полимеров сырья использованием ферментных препаратов Амилоризин и Протозим. Ферментолиз нативного пюре осуществляли в лабораторном реакторе объемом 2 дм3 при температуре 70±2 ºС и непрерывном перемешивании в течение 60 мин, высушивание – в вакуумном сушильном шкафу Labtex LT-VO/50 при температуре 60‒80 ºС на силиконовых ковриках при толщине слоя пюре 5‒7 мм до влажности 5 %. Эффективность процессов оценивали по содержанию каротиноидов. Установлено, что полный гидролиз крахмала мякоти тыквы обеспечивает обработка в течение 60 мин мультиэнзимной композицией с содержанием Амилоризина 25 ед. АС/г, Протозима – 10 и 15 ед. ПС/г сырья, позволяющая увеличить содержание β-каротина на 8,4–10,3 % и улучшить органолептические показатели: текстура приобретает однородность без характерной для нативного пюре крупинчатости, что делает внешний вид и аппетитность пюре более привлекательными, во флейворе нет тона сырых овощей, аромат и вкус пареной тыквы, приятные и гармоничные. Доказано, что вакуумная сушка (при остаточном давлении 133 Па) при температуре 70 ºС позволяет получить пюре с конечной влажностью 5 % и сохранением 96 % β-каротина от начального содержания в ферментолизованном пюре. Показано, что одним из перспективных направлений в переработке тыквы может стать гибридная технология ферментолиза и сушки пюре при температуре 60‒80 ºС для получения наиболее оптимальной формы полуфабриката – пюре, использование которого в пищевых системах имеет значительные перспективы.*

***Ключевые слова:*** *ферментолиз, мякоть тыквы, пюре, вакуумная сушка, каротиноиды, пищевые системы.*

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***Для цитирования:***Рожнов Е. Д., Школьникова М. Н., Аббазова В. Н., Захаров В. Л. Высушеный ферментолизованный полуфабрикат из мякоти тыквы как основа для пищевых систем // Ползуновский вестник. 2025. № 1, С. 58–68. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.01.006. EDN: https://elibrary.ru/RNRMKD.

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

Original article

**DRIED FERMENTED SEMI-FINISHED PRODUCT FROM PUMPKIN**

**PULP AS A BASE FOR FOOD SYSTEMS**

**Evgeny D. Rozhnov 1, Marina N. Shkolnikova 2,**

**Venera N. Abbazova 3, Vyacheslav L. Zakharov 4**

1, 2, 3 Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

1 red@bti.secna.ru, https://orcid.org/0000-0002-3982-9700

2 shkolnikova.m.n@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9146-6951

3 abbazova@usue.ru , https://orcid.org/0000-0002-2009-8856

4 Yelets State University named after I.A. Bunin, Yelets, Russia

zaxarov7979@mail.ru , https://orcid.org/0000-0003-4891 - 658X

***Abstract.*** *The article is devoted to the production of a dried semi-finished product from pumpkin pulp with high biological value due to the destruction of native polymers of raw materials using the enzyme preparations Amilorizine and Protozyme. The fermentolysis of the native puree was carried out in a laboratory reactor with a volume of 2 dm3 at a temperature of 70 ± 2 °With continuous stirring for 60 minutes, drying - in a Labtex LT-VO/50 vacuum drying cabinet at a temperature of 60-80 °C on silicone mats with a layer thickness of mashed potatoes 5-7 mm to a humidity of 5%. The effectiveness of the processes was assessed by the content of carotenoids. It was found that the complete hydrolysis of pumpkin pulp starch is provided by treatment for 60 minutes with a multienzyme composition with an Amylorizine content of 25 units. AC/g, Protozyme - 10 and 15 units. PS/g of raw materials, which allows to increase the content of β-carotene by 8.4-10.3% and improve organoleptic parameters – the texture acquires uniformity without the characteristic coarseness of the native puree, which makes the appearance and appetitiveness of the puree more attractive, there is no tone of raw vegetables in the flavor, the aroma and taste of steamed pumpkin are pleasant and harmonious. It has been proven that vacuum drying (at a residual pressure of 133 Pa) at a temperature of 70 °C allows you to obtain a puree with a final moisture content of 5% and preservation of 96% β-carotene from the initial content in the fermentalized puree. It is shown that one of the promising directions in pumpkin processing can be a hybrid technology of fermentolysis and drying of puree at a temperature of 60-80 °C to obtain the most optimal form of semi-finished product - puree, the use of which in food systems has significant prospects.*

***Keywords:*** *fermentolysis, pumpkin pulp, puree, vacuum drying, carotenoids, food systems.*

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

***For citation:*** Rozhnov, E. D., Shkolnikova, M. N., Abbazova, V. N. Zakharov, V. L. (2025). Dried fermented semi-finished product from pumpkin pulp as a base for food systems. *Polzunovskiy vestnik,* (1), 58-68. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.01.006. EDN: https: //elibrary.ru/RNRMKD.

***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

**ВВЕДЕНИЕ**

Тыква – одна из традиционных сельскохозяйственных культур, выращиваемая практически на всей территории России. В настоящее время род семейство Тыквенные (*Cucurbitaceae*) включает в себя пять одомашненных видов, из которых три (*Cucurbita moschata, C. pepo* и *C. maxima*) являются промышленно выращиваемыми и экономически значимым сырьевым ресурсом [1, 2].

Состав мякоти плодов тыквы весьма разнообразен (рисунок 1), что обуславливает ряд ее терапевтических эффектов.

Так, основная часть сухого веществ тыквы представлена полисахаридами – растворимыми и нерастворимыми (пищевыми волокнами) [3]. Имеются исследования, в которых *in vivo* достоверно установлена связь между употреблением полисахаридов из мякоти тыквы и снижением уровня глюкозы в сыворотке крови крыс с диабетом, индуцированным аллоксаном или стрептозотоцином [4–6]. В исследованиях [7–9] показана положительная динамика от употребления тыквенного порошка и других продуктов из мякоти тыквы на снижение концентрации глюкозы в крови пациентов с инсулинозависимым диабетом (диабет 1 типа) и инсулиннезависимым диабетом (диабет 2 типа).

В плодах тыквы обнаружено три фракции пектиновых веществ: водорастворимых, растворимых в ЭДТА и щелочах [10–12]. Экспериментально установлено, что пектиновые вещества тыквы обладают эффектом задержки глюкозы и желчных кислот [13, 14], а также оказывают стимулирующее действие на развитие полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта [15]. В опытах *in vivo* на самцах крыс линии Sprague-Dawley показано значительное снижение уровня холестерина и жирных кислот в крови при содержании их на рационе с мякотью тыквы [9].

Мякоть тыквы содержит высокое количество каротиноидов (в среднем 7,5 мг/100 г) – основного источника витамина А, необходимого для нормальной работы зрительного аппарата и эмбрионального развития, поддержания эпителиальной ткани, а также иммунной системы это тоже из источника [16]. Основным каротиноидом кожуры и мякоти тыквы является β-каротин (от 0,05 мг/100 г до 29,4 мг/100 г [17], также содержатся лютеин (0,03–12,9 мг/100 г) [17], ликопин, криптоксантин и *цис*-каротин [18]. Имеются сведения о положительном использовании каротиноидов тыквы для эффективного восполнения их дефицита каротиноидов в плазме крови, вызванного курением и употреблением алкоголя [19], а также при разработке рационов геронтологической направленности [20].

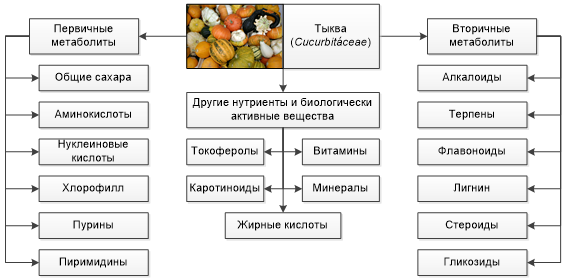


Рисунок 1 – Обобщенный химический состав мякоти тыквы (составлено авторами)

Figure 1 – Generalized chemical composition of pumpkin (compiled by the authors)

Ряд сортов тыквы содержат значительное количество кальция (до 200 мкг/г) и калия (до 1800 мкг/г) при низком содержании натрия (менее 30 мкг/г) [21, 22], что делает пищевые системы на основе тыквы привлекательными в рационе для людей среднего и пожилого возраста [23], а также для профилактики остеопороза и гипертонии [24, 25]. Высокое содержание в тыкве хрома, являющегося компонентом фактора толерантности к глюкозе и необходимого для повышения активности инсулина, еще раз подчеркивает необходимость включения тыквы в рационы людей, страдающих диабетом, в том числе в сочетании с гипертонической болезнью [26, 27].

Несмотря на относительно низкое содержание белка в плодах тыквы (около 2 % от массы сухого вещества), в мякоти тыквы присутствуют различные незаменимые аминокислоты (в первую очередь, лизин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин и треонин [28, 29]).

Имеются исследования, указывающие на наличие в тыкве широкого спектра иммунокомпетентных пептидов [30–32], играющих важную роль в поддержании иммунной системы организма. Также обнаружены противогрибковые белки, способные подавлять развитие гиф *Neurospora crassa* и ингибировать рост *Fusarium oxysporum* и *Candida albicans* что спровоцировало ряд исследований в области использования белков тыквы в качестве натуральных консервантов [33‒35].

Тыква по объему производства занимает девятое место среди овощей и, несмотря на некоторую хранимоспособность, сезонная переработка плодов, и как следствие, увеличение срока годности и минимизация послеуборочных потерь приобретают все большую значимость [36]. При этом тенденции в переработке направлены на разработку максимально эффективных технологий, позволяющих сохранить нативный потенциал мякоти тыквы.

Таким образом актуальность и значимость исследований в области технологий переработки плодов тыквы (в том числе с использованием методов пищевой биотехнологии) для использования в качестве основы для разработки пищевых систем не вызывает сомнений. Одним из перспективных направлений в переработке тыквы может стать гибридная технология ферментолиза и сушки пюре при пониженной температуре для получения наиболее оптимальной формы полуфабриката, который компактно хранится длительное время, легко восстанавливается водой, содержит значительное количество микронутриентов и т.д.

Цель исследований – разработка подходов к получению высушенного полуфабриката из тыквы с высокой пищевой и биологической ценностью за счет разрушения нативных полимеров сырья использованием ферментных препаратов.

**МЕТОДЫ**

Объектом исследования являлись образцы пюре из мякоти тыквы «Россиянка» урожая 2023 г, выращенной в Свердловской области: нативное, ферментолизованное и ферментолизованное высушенное. Дизайн эксперимента представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Дизайн эксперимента

Figure 2 – Experiment design

Нативное пюре получали диспергированием очищенной от кожуры и семянной массы мякоти тыквы в гомогенизаторе Viteg HG-15D при частоте вращения ротора 2000 об/мин.

Для ферментации биополимеров нативного пюре тыквы (прежде всего крахмала и белков) использовали ферментные препараты Амилоризин и Протозим (ООО Биопрепарат, Россия), характеристика которых представлена в таблице 1.

Для проведения ферментолиза нативное пюре тыквы нагревали до 70±2 ºС для осуществления температурной клейстеризации крахмала сырья (значение температуры установлено экспериментально). Затем в пюре при постоянном перемешивании вводили водные растворы ферментных препаратов Амилоризин и Протозим (соотношение вода:препарат – 10:1). Ферментолиз нативного пюре тыквы продолжали в течение 60 минут при постоянном перемешивании и термостатировании.

Таблица 1 – Характеристика ферментных препаратов

Table 1 ‒ Characteristics of enzyme preparations

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Препарат | Активность | Рабочие условия действия | |
| рН, ед. | Т\*, ºС |
| Амилоризин | 2 500ед. АС/г | 3,5‒8,0 | 30‒70 |
| Протозим | 50 000ед. ПС/г | 5,5‒11,0 | 25‒70 |

\* Т – температура

Ферментолизованное тыквенное пюре высушивали в вакуумном сушильном шкафу Labtex LT-VO/50 при температуре 60‒80 ºС на силиконовых ковриках при толщине слоя пюре 5‒7 мм. Сушку осуществляли до конечной влажности продукта не более 5 %.

Содержание сухих веществ в нативном пюре из тыквы, а также влажность высушенного ферментолизованного пюре определяли по ГОСТ 28561-90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги.

Содержание сахаров в нативном и ферментолизованном пюре из тыквы определяли перманганатным методом по ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.

Определение крахмала в нативном пюре тыквы и продуктах ферментолиза проводили спектрофотометрически по [37] с использованием однолучевого сканирующего спектрофотометра Shimadzu UV1800 (Shimadzu, Япония).

Определение белка проводили в соответствии с ГОСТ 54607.7-2016 Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 7. Определение белка методом Кьельдаля.

Определение содержания β-каротина проводили по ГОСТ ISO 6558-2-2019 Фрукты, овощи и продукты их переработки. Определение содержания каротина спектрофотометрическим методом (метод А).

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

На первом этапе исследовали органолептические показатели и химический состав нативного пюре из тыквы (таблица 2).

Таблица 2 – Фитохимический профиль пюре из тыквы «Россиянка» (М±m, n = 3)

Table 2 – Phytochemical profile of pumpkin puree “Rossiyanka” (M±m, n=3)

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Значение |
| Массовая доля сухих веществ, % | 10,48±0,89 |
| Массовая доля сахаров,  % (на а.с.в) | 5,37±0,07 |
| Массовая доля крахмала,  % (на а.с.в) | 3,26±0,21 |
| Массовая доля белка,  % (на а.с.в.) | 1,21±0,16 |
| Массовая концентрация  β-каротина, мг/100 г | 4,18±0,09 |

Нативное пюре тыквы представляет собой гомогенную массу со свойственным сырью цветом. Запах овощной, характерный. Вкус – сырых овощей, слабо сладкий, мало гармоничный. Отмечался слабый синерезис, в виде отделения незначительного объема жидкости (количественно не оценивалось).

В результате нагрева тыквенного пюре в диапазоне температур 65‒75 ºС пюре приобрело «шелковистую» поверхность, явление синерезиса не наблюдалось.

Ферментолиз нативного пюре тыквы осуществляли в лабораторном реакторе объемом 2 дм3 при непрерывном перемешивании и температуре 70±2 ºС в течение 60 мин. В процессе ферментолиза контролировали содержание каротиноидов, поскольку известно, что каротиноиды находятся в связанном состоянии с полимерами сырья, в первую очередь с белками. Таким образом, направленное воздействие ферментными препаратами на полимеры мякоти тыквы должно обеспечить высвобождение каротиноидов из матрикса, что повысит их биодоступность в составе пищевых систем. При ферментолизе совместно использовались следующие дозировки ферментных препаратов: Амилоризин – 25 ед. АС/г сырья (экспериментально найденная дозировка, обеспечивающая полный гидролиз крахмала тыквы в течение 60 мин); Протозим – 5, 10 и 15 ед. ПС/г сырья. Эффективность ферментолиза оценивали по количеству каротиноидов. Данный показатель был выбран в качестве контрольного, поскольку известно, что в растительном сырье каротиноиды находятся в основном в связанном состоянии с белками и другими полимерными молекулами [38], таким образом разрушение белкового каркаса должно приводить к накоплению каротиноидов в тыквенном пюре при ферментолизе. Результаты эксперимента представлены на рисунке 3.

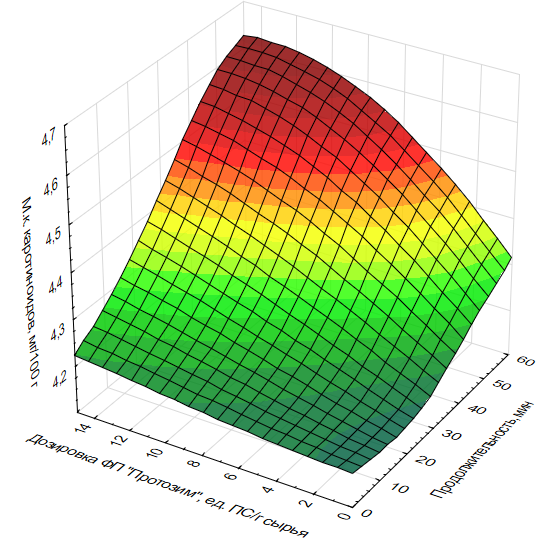


Рисунок 3 – Зависимость массовой концентрации каротиноидов в тыквенном пюре

при ферментолизе (в пересчете на β-каротин)

Figure 3 – Dependence of the mass concentration of carotenoids in pumpkin puree during

fermentolysis (in terms of β-carotene)

Полученные в ходе эксперимента результаты в целом описываются уравнением регрессии (r2 = 0,934):

,

где *Car –* массовая концентрация каротиноидов, мг/100 г; х – продолжительность ферментолиза, мин; у – дозировка ферментного препарата «Протозим», ед. ПС/г сырья.

На следующем этапе исследовали химические показатели ферментолизованного тыквенного пюре (табл. 3).

Ферментолизованное тыквенное пюре охлаждали до комнатной температуры и сравнивали его органолептические характеристики с нативным пюре из мякоти тыквы (рисунок 4). В ходе опробывания установлено, что в результате ферментолиза органолептические характеристики нативного пюре из мякоти тыквы существенно улучшаются. Так, отмечено значительное увеличение ощущения сладости во вкусе, текстура пюре приобретает однородность, при этом характерная для нативного пюре крупинчатость устраняется. Все это делает полуфабрикат более привлекательного внешнего вида и повышенной аппетитности. Во флейворе пропадают тона сырых овощей, ферментолизованное пюре приобретает приятные и гармоничные аромат и вкус пареной тыквы. Процесс высушивания ферментолизованного тыквенного пюре проводили в вакуумном сушильном шкафу Labtex LT-VO/50 при температуре 60–80 ºС с интервалом 10 ºС на силиконовых ковриках при толщине слоя пюре 5‒7 мм.

Таблица 3 – Фитохимический профиль ферментолизованного пюре из тыквы «Россиянка» (М±m, n = 3)

Table 3 – Phytochemical profile of fermented pumpkin puree “Rossiyanka” (M±m, n=3)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Значение | | |
| Протозим, 5 ед ПС/г сырья | Протозим, 10 ед ПС/г сырья | Протозим, 15 ед ПС/г сырья |
| Массовая доля сахаров, % (на а.с.в) | 7,36±0,13 | 7,45±0,11 | 7,41±0,08 |
| Массовая доля крахмала, % (на а.с.в) | н.о. | н.о. | н.о. |
| Массовая доля белка, % (на а.с.в.) | 0,24±0,06 | 0,14±0,04 | н.о. |
| Массовая концентрация β-каротина, мг/100 г | 4,49±0,08 | 4,61±0,11 | 4,58±0,07 |

Примечание: н.о. – не определяется.

На рисунке 5 представлены данные, характеризующие изменение влагосодержания в слое ферментолизованного тыквенного пюре при вакуумной сушке (остаточное давление 133 Па) и скорость удаления влаги из образцов.

Отмечено, что повышение температуры вакуумной сушки с 60 до 80 ºС позволяет сократить время сушки в 2 раза (рисунок 5, а), что подтверждается данными о скорости удаления влаги (рисунок 5, *б*).

Также оценивали возможную убыль каротиноидов (на а.с.в.) при сушке (рисунок 6). В эксперименте установлено, что общие потери каротиноидов при сушке при температуре 60–70 ºС незначительны и не превышают 4 %.

Рисунок 4 – Радар-диаграмма органолептических свойств опытных образцов тыквенного пюре

Figure 4 – Radar-diagram of organoleptic properties of experimental samples of pumpkin puree

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| а | б |

Рисунок 5 – Динамика процесса вакуумной сушки ферментолизованного тыквенного пюре:

Figure 5 – Process dynamics of vacuum drying of fermented pumpkin puree:

a – change in moisture content; b – rate of moisture removal

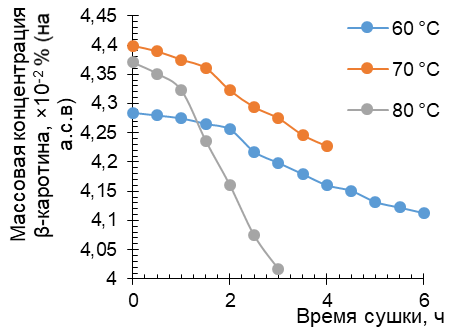


Рисунок 6 – Динамика убыли β-каротина

при вакуумной сушке

Figure 6 – Dynamics of loss of β-carotene during vacuum drying

**ОБСУЖДЕНИЕ**

При получении нативного тыквенного пюре наблюдалось явление синерезиса – незначительного отделения свободной влаги от твердой части тыквенного гомогената, что согласуется с рядом экспериментальных данных [38–40], а само тыквенное пюре по совокупности реологических свойств можно классифицировать как псевдопластическую жидкость [41]. К наиболее значимым факторам, влияющим на реологическое поведение тыквенного пюре, можно отнести: размер частиц, общее содержание сухого вещества и общее количество нерастворенных веществ, в том числе биополимеров. Таким образом, целенаправленно влияя на биополимеры мякоти тыквы, возможно добиться однородности тыквенного пюре и повысить его пластичные свойства, что является важным при обосновании и выборе основного и вспомогательного оборудования при дизайне технологий и компоновке производственных линий.

Как показала серия проведенных экспериментов, крахмалистая часть мякоти тыквы подвергается клейстеризации в диапазоне температур 65–75 ºС. Технологически этап нагревания тыквенного пюре для последующего ферментолиза необходим для эффективного воздействия амилолитическими ферментными препаратами. Экспериментально установлено, что в результате ферментолиза мультиэнзимной композицией, содержащей Амилоризин в дозировке 25 ед. АС/г сырья, полностью гидролизуется крахмалистая часть пюре, что сопровождается увеличением содержания сахаров и объективным увеличением сладости пюре с одновременным улучшением текстуры и аппетитности пюре (рисунок 4, таблица 3).

Использование мультиэнзимной композиции, включающей ферментные препараты Амилоризин и Протозим, позволяет увеличить содержание каротиноидов в пюре на 8,4‒10,3 %, что объясняется разрушением комплексов каротиноидов и белковой матрицы мякоти тыквы [38], что в конечном итоге приводит к лучшей усвояемости каротиноидов в организме человека. В ходе проведенных исследований была выявлена тенденция к снижению содержания каротиноидов в тыквенном пюре при ферментолизе в течение более 60 минут, что, вероятно, связано с началом терминальной стадии окислительного разрушения каротиноидов.

При исследовании процесса сушки ферментолизованного пюре из мякоти тыквы в диапазоне температур от 60 до 80 ºС экспериментально установлена потеря каротиноидов в количестве 4‒8 % от начального содержания в тыквенном пюре. При этом при температуре сушки 60 и 70 ºС потери каротиноидов сопоставимы, однако увеличение температуры сушки до 70 ºС позволяет сократить длительность процесса на 2 часа. Таким образом, с учетом представленных данных, наиболее перспективным параметром для разработки технологии сушки с использованием вакуума является температура в сушильной камере не более 70 ºС, что позволит сократить время сушки и обеспечить большую сохранность β-каротина.

**ВЫВОДЫ**

В ходе выполненных исследований получены следующие выводы:

1) подобрана мультиэнзимная композиция, содержащая ферментные препараты Амилоризин (25 ед. АС/г сырья) и Протозим (10 и 15 ед. ПС/г сырья), позволяющая увеличить содержание β-каротина на 8,4‒10,3 % за счет разрушения устойчивых комплексов каротиноида и полимеров сырья;

1) установлена математическая зависимость между содержанием каротиноидов в ферментолизованном пюре тыквы и условий ферментолиза (его продолжительности и дозировки протеолитического ферментного препарата Протозим);

2) показано, что использование ферментолиза позволяет улучшить органолептические характеристики тыквенного пюре – флейвор и текстуру, а также аппетитность;

3) доказано, что вакуумная сушка (остаточное давление 133 Па) при температуре 70 ºС позволяет получить продукт с конечной влажностью не более 5 % и с сохранением 96 % β-каротина от начального содержания в ферментолизованном пюре.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Структура урожая тыквы крупноплодной в Предуральской лесостепи / В.Б. Троц [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 5(97). С. 63‒67. doi: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-63-67.

2. Биоморфологическая характеристика плодов сортообразцов тыквы (*Cucurbita*) для механизированного возделывания в умеренной зоне / А.В. Гончаров [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2022. № 14(1). С. 168‒174. doi: 10.36508/ RSATU.2022.22.28.020.

3. Purification, structure and biological activity of pumpkin polysaccharides: a review / X. Ji [et al.] // Food Reviews International. 2023. Vol. 39. Is. 1. P. 307‒319. doi: 10.1080/87559129.2021.1904973.

4. A novel low-molecular-mass pumpkin polysaccharide: Structural characterization, antioxidant activity, and hypoglycemic potential / F. Li [et al.] // Carbohydrate Polymers. 2021. Vol. 251. Article: 117090. doi: 10.1016/j.carbpol.2020.117090.

5. Pumpkin polysaccharides: Purification, characterization and hypoglycemic potential / B. M. Khan [et al.] // International journal of biological macromolecules. 2019. Vol. 139. P. 842‒849. doi: 10.1016/j.ijbiomac. 2019.08.053.

6. Synergistic hypoglycemic effects of pumpkin polysaccharides and puerarin on type II diabetes mellitus mice / X. Chen [et al.] // Molecules. 2019. Vol. 24. № 5. Article: 955. doi: 10.3390/molecules24050955.

7. In Vitro role of pumpkin parts as pharma-foods: antihyperglycemic and antihyperlipidemic activities of pumpkin peel, flesh, and seed powders, in alloxan-induced diabetic rats / A. Hussain [et al.] // International Journal of Food Science. 2022. Vol. 2022. Article ID: 4804408. doi: 10.1155/2022/4804408.

8. Abd-elnoor E. V. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of pumpkin seeds powder and oil on alloxan-induced diabetic in rats // Egyptian Journal of Food Science. 2019. Vol. 47. № 2. P. 255‒269. doi: 10.21608/ejfs.2019.19348.1027.

9. Nutritional value, phytochemical potential, and therapeutic benefits of pumpkin (*Cucurbita* sp.) / M. Batool [et al.] // Plants. 2022. Vol. 11. № 11. Article ID: 1394. doi: 10.3390/plants11111394.

10. Structure of pumpkin pectin and its effect on its technological properties / B. Salima [et al.] // Applied Rheology. 2022. Vol. 32. № 1. P. 34‒55. doi: 10.1515/arh-2022-0124.

11. Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange. Research of Wheat Fiber with Pumpkin Pectin Plant Additive / M. Zheplinska [et al.] Cham : Springer International Publishing, 2022. P. 237‒246. doi: 10.1007/978-3-031-06044-1\_23.

12. Holistic review of polysaccharides isolated from pumpkin: Preparation methods, structures and bioactivities / F. Li [ et al.] // International Journal of Biological Macromolecules. 2021. Vol. 193. P. 541‒552. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.10.037.

13. Sequential extraction, characterization, and analysis of pumpkin polysaccharides for their hypoglycemic activities and effects on gut microbiota in mice / H. Wu [et al.] // Frontiers in nutrition. 2021. Vol. 8. Article ID: 769181. doi: 10.3389/fnut.2021.769181.

14. Tan H., Nie S. Deciphering diet-gut microbiota-host interplay: Investigations of pectin // Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 106. P. 171–181. doi: 10.1016/j.tifs.2020.10.010.

15. Microbiota response of pectin determined by its structural characteristics during in vitro fecal fermentation: A comparative study of various pectin sources / Y. Zhao [et al.] // Food Hydrocolloids. 2024. Т. 150. С. 109730. doi: 10.1016/j.foodhyd.2024.109730.

16. Carotenoid Content and Profiles of Pumpkin Products and By-Products / A. Ninčević Grassino [et al.] / Molecules. 2023. Vol. 28. № 2. Article ID: 858. doi: 10.3390/molecules28020858.

17. Нилова, Л.П., Потороко И.Ю. Каротиноиды в растительных пищевых системах // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2021. Т. 9. № 4. С. 54–69. doi: 10.14529/food210407.

18. Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid, and mineral contents in peel, flesh, and seeds of pumpkin (*Cucurbita maxima*) / A. Hussain [et al.] // Journal of Food Processing and Preservation. 2021. Vol. 45. № 6. Article ID: e15542. doi: 10.1111/jfpp.15542.

19. Elvira-Torales L. I., García-Alonso J., Periago-Castón M. J. Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review // Antioxidants. 2019. Vol. 8. № 7. Article ID: 229. doi: 10.3390/antiox8070229.

20. A carotenoid-enriched extract from pumpkin delays cell proliferation in a hu-man chronic lymphocytic leukemia cell line through the modulation of autophagic flux / S. Moccia [et al.] // Current Research in Biotechno­logy. 2020. Vol. 2. P. 74–82. doi: 10.1016/j.crbiot.2020.05.001.

21. Macro‐ and microelements in pumpkin seed oils: Effect of processing, crop season, and country of origin / N. Martinec [et al.] // Food Science & Nutrition. 2019. Vol. 7. № 5. P. 1634–1644. doi: 10.1002/fsn3.995.

22. Budak E., Güneş A. The Effects Of Potassium Applied at Different Doses and Times on The Yield and Nutrient Content of Pumpkin Seed (Cucurbita pepo L.) // Gesunde Pflanzen. 2023. Vol. 75. P. 2879–2887. doi: 10.1007/s10343-023-00865-w.

23. Dietary factors, risk of developing depression, and severity of its symptoms in older adults-A narrative review of current knowledge / Z. Chrzastek [et al.] // Nutrition. 2023. Vol. 106. Article ID: 111892. doi: 10.1016/j.nut.2022.111892.

24. The role of macronutrients, micronutrients and flavonoid polyphenols in the prevention and treatment of osteoporosis / M. Martiniakova [et al.] // Nutrients. 2022. Vol. 14. № 3. Article ID: 523. doi: 10.3390/nu14030523.

25. Impact of micronutrients on hypertension: Evidence from clinical trials with a special focus on meta-analysis / H. F. Chiu [et al.] // Nutrients. 2021. Vol. 13. № 2. Article ID: 588. doi: 10.3390/nu13020588.

26. El Khatib S., Muhieddine M. Nutritional profile and medicinal properties of pumpkin fruit pulp / The Health Benefits of Foods-Current Knowledge and Further Development. 2020. P. 79–97.

27. Effects of Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) Seed Protein on Blood Pressure, Plasma Lipids, Leptin, Adiponectin, and Oxidative Stress in Rats with Fructose-Induced Metabolic Syndrome / A. Chenni [et al.] // Preventive Nutrition and Food Science. 2022. Vol. 27. № 1. P. 78–88. doi: 10.3746/pnf.2022.27.1.78.

28. Manshi N. C., Sahrawat N. Effect of processing on nutraceutical profile and amino acid content on pumpkin (*Сucurbita pepo* L.) seeds // Plant Archives. 2023. Vol. 23. № 1. P. 358–362. doi: 10.51470/PLANTARCHIVES.2023.v23.no1.058.

29. Vinayashree S., Vasu P. Biochemical, nutritional and functional properties of protein isolate and fractions from pumpkin (Cucurbita moschata var. Kashi Harit) seeds // Food Chemistry. 2021. Vol. 340. Article ID: 128177. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128177.

30. Szerszunowicz I., Kozicki S. Plant-Derived Proteins and Peptides as Potential Immunomodulators // Molecules. 2023. Vol. 29. № 1. Article ID: 209. doi: 10.3390/molecules29010209.

31. Immunomodulatory potential of vegetables vis-à-vis human health / H. Krishna [et al.] // The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2022. Vol. 97. № 5. P. 560–579. doi: 10.1080/14620316.2022.2046508.

32. A review on biochemical constituents of pumpkin and their role as pharma foods; a key strategy to improve health in post COVID 19 period / A. Hussain [et al.] // Food Production, Processing and Nutrition. 2023. Vol. 5. № 1. Article ID: 22. doi: 10.1186/s43014-023-00138-z.

33. Characterization of recombinant pumpkin 2S albumin and mutation studies to unravel potential DNA/RNA binding site / B.K. Savita [et al.] // Biochemical and Biophysical Research Communications. 2021. Vol. 580. P. 28–34. doi: 10.1016/j.bbrc.2021.09.076.

34. Dotto J. M., Chacha J. S. The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review // Scientific African. 2020. Vol. 10. Article ID: e00575. doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00575.

35. Hashem T., Ahmed M. M. M. Microbial and Molecular Studies of Pumpkin Fruit Extract Effect on Candida albicans Disease // Advances in Environmental Biology. 2023. Vol. 17. № 6. P. 1–8.

36. Evaluation of chemical composition, antioxidant activity, and gut microbiota associated with pumpkin juice fermented by *Rhodobactersphaeroides* / Y. Wang [et al.] // FoodChemistry. 2023. Vol. 401. Article ID: 134122. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.134122.

37. Спектрофотометрическое определение крахмала в томатных продуктах с антроновым реактивом / В.П. Рачкова [и др.] / Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (141). С. 187–193.

38. Panato K., Muller C. M. O. Drying kinetics and physicochemical and technological properties of pumpkin purée flour dried by convective and foam‐mat drying // Journal of Food Processing and Preservation. 2022. Vol. 46. № 2. Article ID: e16264. doi: /10.1111/jfpp.16264.

39. Effect of pectin oligosaccharide on quality control of quick‐frozen pumpkin puree / W. Li [et al.] // International Journal of Food Science & Technology. 2022. Vol. 57. № 2. P. 1061–1073. doi: 10.1111/ijfs.15469.

40. Colin-Henrion M., Cuvelier G., Renard C. Texture of pureed fruit and vegetable foods // Stewart Postharvest Review. 2007. Vol. 5. № 3. С. 1–14. doi: 10.2212/spr.2007.5.3.

41. The effect of enzyme concentration on physcical characteristics of pumpkin (*Cucurbita moschata*) puree and its dried extract / F. Kormin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2021. Vol. 736. № 1. Article ID: 012031. doi: 10.1088/1755-1315/736/1/012031.

***Информация об авторах***

*Е. Д. Рожнов – доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологии и инжиниринга Уральского государственного экономического университета.*

*М. Н. Школьникова – доктор технических наук, профессор кафедры технологии питания Уральского государственного экономического университета.*

*В. Н. Аббазова – старший преподаватель кафедры управления качеством и экспертизы товаров и услуг Уральского государственного экономического университета.*

*В. Л. Захаров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина.*

**REFERENCES**

1. Trots, V.B., Dunin, A.P., Abdulvaleev, R.R. & Trots, N.M. (2022). Structure of the large-fruit pumpkin crop in the cidural forest-steppe. News of the Orenburg State Agrarian University, (5 (97)), 63-67. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-63-67.

2. Goncharov, A.V., Gasparyan, I.N., Pivovarov, V.F. & Levshin A.G. (2022). Biomorphological characteristics of pumpkin (*Cucurbita*) fruits for mechanized cultivation in the temperate zone. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after. P. A. Kostycheva, 14 (1), 168-174. (In Russ.). doi: 10.36508/RSATU. 2022.22.28.020.

3. Ji, X., Peng, B., Ding, H., Cui, B., Nie, H. & Yan, Y. (2023). Purification, structure and biological activity of pumpkin polysaccharides: a review. *Food Reviews International*, *39*(1), 307-319.doi: 10.1080/87559129.2021. 1904973.

4. Li, F., Wei, Y., Liang, L., Huang, L., Yu, G. & Li, Q. (2021). A novel low-molecular-mass pumpkin polysaccharide: Structural characterization, antioxidant activity, and hypoglycemic potential. *Carbohydrate Polymers*, 251, 117090. doi: 10.1016/j.carbpol.2020.117090.

5. Khan, B.M., Cheong, K.L. & Liu, Y. (2019). Pumpkin polysaccharides: Purification, characterization and hypoglycemic potential. *International journal of biological macromolecules*, 139, 842-849. doi: 10.1016/ j.ijbiomac.2019.08.053.

6. Chen, X., Qian, L., Wang, B., Zhang, Z., Liu, H., Zhang, Y. & Liu, J. (2019). Synergistic hypoglycemic effects of pumpkin polysaccharides and puerarin on type II diabetes mellitus mice. *Molecules*, *24*(5), 955. doi: 10.3390/molecules24050955.

7. Hussain, A., Kausar, T., Jamil, M. A., Noreen, S., Iftikhar, K., Rafique, A. ... & Ali, A. (2022). In Vitro role of pumpkin parts as pharma-foods: antihyperglycemic and antihyperlipidemic activities of pumpkin peel, flesh, and seed powders, in alloxan-induced diabetic rats. *International Journal of Food Science*, 2022. doi: 10.1155/2022/ 4804408.

8. Abdelnoor, E.V. (2019). Hypoglycemic and hypolipidemic effects of pumpkin seeds powder and oil on alloxan-induced diabetic in rats. *Egyptian Journal of Food Science*, 47(2), 255-269. doi: 10.21608/ejfs.2019. 19348.1027.

9. Batool, M., Ranjha, M.M.A.N., Roobab, U., Manzoor, M.F., Farooq, U., Nadeem, H.R. ... & Ibrahim, S.A. (2022). Nutritional value, phytochemical potential, and therapeutic benefits of pumpkin (Cucurbita sp.). *Plants*, 11(11), 1394. doi: 10.3390/plants11111394.

10. Salima, B., Seloua, D., Djamel, F. & Samir, M. (2022). Structure of pumpkin pectin and its effect on its technological properties. *Applied Rheology*, 32(1), 34-55. doi: 10.1515/arh-2022-0124.

11. Zheplinska, M., Vasyliv, V., Deviatko, O., Ulianko, S. &Kanivets, N. (2022). Research of Wheat Fiber with Pumpkin Pectin Plant Additive. In Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange (pp. 237-246). Cham: Springer International Publishing.doi: 10.1007/ 978-3-031-06044-1\_23.

12. Li, F., Zhao, J., Wei, Y., Jiao, X. & Li, Q. (2021). Holistic review of polysaccharides isolated from pumpkin: Preparation methods, structures and bioactivities. *International Journal of Biological Macromolecules*, 193, 541-552. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.10.037.

13. Wu, H.Q., Ma, Z.L., Zhang, D.X., Wu, P., Guo, Y.H., Yang, F. & Li, D.Y. (2021). Sequential extraction, characterization, and analysis of pumpkin polysaccharides for their hypoglycemic activities and effects on gut microbiota in mice. *Frontiers in nutrition*, 8, 769181. doi: 10.3389/fnut.2021.769181

14. Tan, H. & Nie, S. (2020). Deciphering diet-gut microbiota-host interplay: Investigations of pectin. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 171-181. doi: 10.1016/j.tifs.2020.10.010.

15. Zhao, Y., Wang, D., Wang, P., Zhao, W., Zhao, S., Ma, Y. ... & Zhao, X. (2024). Microbiota response of pectin determined by its structural characteristics during in vitro fecal fermentation: A comparative study of various pectin sources. *Food Hydrocolloids*, 150, 109730. doi: 10.1016/j.foodhyd.2024.109730.

16. Ninčević Grassino, A., Rimac Brnčić, S., Badanjak Sabolović, M., Šic Žlabur, J., Marović, R. & Brnčić, M. (2023). Carotenoid Content and Profiles of Pumpkin Products and By-Products. *Molecules*, 28(2), 858. doi: 10.3390/molecules28020858.

17. Nilova, L.P. & Potoroko, I.Yu. (2021). Carotenoids in plant food systems. Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology, 9 (4), 54-69. (In Russ.). doi: 10.14529/food210407.

18. Hussain, A., Kausar, T., Din, A., Murtaza, M.A., Jamil, M.A., Noreen, S. ... & Ramzan, M.A. (2021). Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid, and mineral contents in peel, flesh, and seeds of pumpkin (Cucurbita maxima). *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6), e15542.doi: 10.1111/jfpp.15542.

19. Elvira-Torales, L.I., García-Alonso, J. & Periago-Castón, M.J. (2019). Nutritional importance of carotenoids and their effect on liver health: A review. *Antioxidants*, 8(7), 229. doi: 10.3390/antiox8070229.

20. Moccia, S., Russo, M., Durante, M., Lenucci, M. S., Mita, G. & Russo, G.L. (2020). A carotenoid-enriched extract from pumpkin delays cell proliferation in a human chronic lymphocytic leukemia cell line through the mo­dulation of autophagic flux. *Current Research in Biotechnology*, 2, 74-82. doi: 10.1016/j.crbiot.2020.05.001.

21. Martinec, N., Balbino, S., Dobša, J., Šimunić‐Mežnarić, V. & Legen, S. (2019). Macro‐ and microelements in pumpkin seed oils: Effect of processing, crop season, and country of origin. *Food Science & Nutrition*, 7(5), 1634-1644. doi: 10.1002/fsn3.995.

22. Budak, E. & Güneş, A. (2023). The Effects Of Potassium Applied at Different Doses and Times on The Yield and Nutrient Content of Pumpkin Seed (Cucurbita pepo L.). *Gesunde Pflanzen*, 1-9. doi: 10.1007/s10343-023-00865-w.

23. Chrzastek, Z., Guligowska, A., Sobczuk, P. & Kostka, T. (2023). Dietary factors, risk of developing depression, and severity of its symptoms in older adults-A narrative review of current knowledge. *Nutrition*, 106, 111892. doi: 10.1016/j.nut.2022.111892.

24. Martiniakova, M., Babikova, M., Mondo­ckova, V., Blahova, J., Kovacova, V. & Omelka, R. (2022). The role of macronutrients, micronutrients and flavonoid polyphenols in the prevention and treatment of osteoporosis. *Nutrients*, 14(3), 523. doi: 10.3390/nu14030523.

25. Chiu, H.F., Venkatakrishnan, K., Golovinskaia, O. & Wang, C.K. (2021). Impact of Micronutrients on Hypertension: Evidence from Clinical Trials with a Special Focus on Meta-Analysis. *Nutrients* 2021, 13, 588. doi: 10.3390/nu13020588.

26. El Khatib, S. & Muhieddine, M. (2020). Nutritional profile and medicinal properties of pumpkin fruit pulp. The Health Benefits of Foods-Current Knowledge and Further Development, 1-20.

27. Chenni, A., Cherif, F.Z.H., Chenni, K., Elius, E.E., Pucci, L. & Yahia, D.A. (2022). Effects of Pumpkin (Cucurbita pepo L.) Seed Protein on Blood Pressure, Plasma Lipids, Leptin, Adiponectin, and Oxidative Stress in Rats with Fructose-Induced Metabolic Syndrome. *Preventive Nutrition and Food Science*, 27(1), 78. doi: 10.3746/pnf.2022.27.1.78.

28. Neelam, M. & Neha Sahrawat, C. (2023). Effect of processing on nutraceutical profile and amino acid content on pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds. *Plant archives*, 23 (Suppliment-1), 358-362. doi: 10.51470/PLANTARCHIVES.2023.v23.no1.058.

29. Vinayashree, S. & Vasu, P. (2021). Biochemical, nutritional and functional properties of protein isolate and fractions from pumpkin (Cucurbita moschata var. Kashi Harit) seeds. *Food Chemistry*, *340*, 128177. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128177.

30. Szerszunowicz, I. & Kozicki, S. (2023). Plant Derived Proteins and Peptides as Potential Immunomodulators. *Molecules*, *29*(1), 209. doi: 10.3390/ molecules29010209.

31. Krishna, H., Janakiram, T., Singh, M.K., Karuppaiah, V., Yadava, R.B., Prasad, R.N. ... & Behera, T.K. (2022). Immunomodulatory potential of vegetables vis-à-vis human health. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *97*(5), 560-579. doi: 10.1080/ 14620316.2022.2046508.

32. Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Quddoos, M.Y., Aslam, J. ... & Nisar, R. (2023). A review on biochemical constituents of pumpkin and their role as pharma foods; a key strategy to improve health in post COVID 19 period. *Food Production, Processing and Nutrition*, *5*(1), 1-14. doi: 10.1186/s43014-023-00138-z.

33. Savita, B.K., Dalal, V., Choudhary, S., Gupta, D.N., Das, N., Tomar, S. ... & Sharma, A.K. (2021). Characterization of recombinant pumpkin 2S albumin and mutation studies to unravel potential DNA/RNA binding site. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 580, 28-34. doi: 10.1016/j.bbrc.2021.09.076.

34. Dotto, J.M. & Chacha, J.S. (2020). The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. *Scientific African*, *10*, e00575. doi: 10.1016/j.sciaf. 2020.e00575.

35. Hashem, T. & Ahmed, M.M.M. (2023). Microbial and Molecular Studies of Pumpkin Fruit Extract Effect on Candida albicans Disease. *Advances in Environmental Biology*, 17(6), 1-8.

36. Wang, Y., Fan, L., Huang, J., Liang, J., Wang, X., Ren, Y. ... & Gao, Z. (2023). Evaluation of chemical composition, antioxidant activity, and gut microbiota associated with pumpkin juice fermented by Rhodobacters phaeroides. *Food Chemistry*, 401, 134122. doi: 10.1016/ j.foodchem.2022.134122.

37. Rachkova, V.P., Suraeva, N.M., Glazkov, S.V. & Samoilov, A.V. (2018). Spectrophotometric determination of starch in tomato products with anthrone reagent. Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University, (6 (141)), 187-193. (In Russ.).

38. Panato, K. & Muller, C.M.O. (2022). Drying kinetics and physicochemical and technological properties of pumpkin purée flour dried by convective and foam‐mat drying. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2), e16264. doi: /10.1111/jfpp.16264.

39. Li, W., Wang, H., Yang, D., Liu, J., Wu, J. & Ge, Y. (2022). Effect of pectin oligosaccharide on quality control of quick‐frozen pumpkin puree. *International Journal of Food Science & Technology*, *57*(2), 1061-1073. doi:10.1111/ijfs.15469.

40. Colin-Henrion, M., Cuvelier, G. & Renard, C.M.G.C. (2007). Texture of pureed fruit and vegetable foods. *Stewart Postharvest Review*, *5*(3), 1-14. doi: 10.2212/spr.2007.5.3.

41. Kormin, F., Sakinah, R.A., Iwansyah, A.C. & Hesan, A. (2021, April). The effect of enzyme concentration on physcical characteristics of pumpkin (Cucurbita moschata) puree and its dried extract. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 736, No. 1, p. 012031). IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/736/ 1/012031.

***Information about the authors***

*E.D. Rozhnov - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Engineering at the Ural State Economic University.*

*M.N. Shkolnikova - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Nutrition Technology of the Ural State University of Economics.*

*V.N. Abbazova - senior lecturer at the Department of Quality Management and Expertise of Goods and Services at the Ural State University of Economics.*

*V.L. Zakharov - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products, Yelets State Universityn.a. I.A. Bunin.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 02 мая 2024; одобрена после рецензирования 28 февраля 2025; принята к публикации 05 марта 2025.*

*The article was received by the editorial board on 02 May 2024; approved after editing on 28 Feb 2025; accepted for publication on 05 Mar 2025.*