



Научная статья

05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания (технические науки)

УДК 664.8.022.6

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.020



ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА БЛАНШИРОВАНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКОСНЕКОВ

Наталья Тимофеевна Шамкова ¹,
Ольга Валентиновна Руденко ², Майя Юрьевна Тамова ³,
Альбина Алексеевна Варивода ⁴, Татьяна Викторовна Яковлева ⁵

^{1, 2, 3} Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

⁴ Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

⁵ Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия

¹ shamkova75@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5131-6502>

² olga_ned@mail.ru

³ tamova_maya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>

⁴ albin2222@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5931-2119>

⁵ Yakovleva_YY@mail.ru

Аннотация. Одной из проблем, требующей решения при переработке топинамбура, является изменение сенсорных характеристик, включая потемнение полуфабрикатов и формирование кофейного привкуса в процессе тепловой обработки. Эти нежелательные изменения связаны с окислением полифенолов и образованием соединений, имеющих темную окраску. Бланширование применяется для инактивации ферментов, изменения структуры сырья, снижения микробиологической обсемененности. Авторами исследовано влияние продолжительности и температуры бланширования в жидких средах на физико-химические показатели полуфабрикатов из топинамбура, а также на инактивацию фермента пероксидазы. Бланширование проводили: в воде (раствор № 0), в растворе 2 %-ной лимонной кислоты (раствор № 1) и в молочной сыворотке (раствор № 2) при температуре 65 °С, 80 °С и 95 °С от 3 до 9 минут. Активность пероксидазы оценивали колориметрическим методом, твердость полуфабрикатов - на приборе «Структурометр-СТ1». Спецификация модели проведена в программе Statistica с помощью бикубической сплайн-интерполяции. Получены регрессионные уравнения зависимости содержания пероксидазы и твердости полуфабрикатов из топинамбура от температуры и продолжительности бланширования в различных средах. Проведенные исследования обосновывают целесообразность бланширования полуфабрикатов из топинамбура в молочной сыворотке для получения экоснеков. Установлен оптимальный режим бланширования в молочной сыворотке: температура 80 °С, продолжительность от 6 до 9 мин. Активность пероксидазы при этом снижается на 87,0 % от первоначального значения, сохраняются нейтральный вкус и запахи, цвет продукта – от молочно-белого до кремового.

Ключевые слова: топинамбур, экоснеки, бланширование, раствор лимонной кислоты, молочная сыворотка, пероксидаза, технологический режим.

Благодарности: Работа выполнена в рамках проекта «Здоровое питание» при реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в 2022 г. (приказ КубГАУ от 12.07.2022 № 289-АХ-П).

Для цитирования: Обоснование технологического режима бланширования полуфабрикатов из клубней топинамбура для приготовления экоснеков / Н. Т. Шамкова [и др.]. // Ползуновский вестник. 2022. № 3. С. 144 – 151. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.020, EDN: <https://elibrary.ru/rcuvvh>.

© Шамкова, Н. Т., Руденко, О. В., Тамова, М. Ю., Варивода, А. А., Яковлева, Т. В. 2022

Original article

JUSTIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL MODE OF BLANCHING SEMI-FINISHED PRODUCTS FROM JERUSALEM ARTICHOKE TUBERS FOR PREPARATION OF ECO-SNACKS

Natalia T. Shamkova ¹, Olga V. Rudenko ², Maya Yu. Tamova ³,
Albina A. Varivoda ⁴, Tatiana V. Yakovleva ⁵

^{1,2,3} Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

⁴ Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

⁵ Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking", Krasnodar, Russia

¹ shamkova75@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5131-6502>

² olga_ned@mail.ru

³ tamova_maya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0710-8279>

⁴ albin2222@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5931-2119>

⁵ Yakovleva_YY@mail.ru

Abstract. *One of the problems that needs to be solved during the processing of Jerusalem artichoke is the change in sensory characteristics, including the darkening of semi-finished products and the formation of coffee flavor during heat treatment. These undesirable changes are associated with the oxidation of polyphenols and the formation of compounds with a dark color. Blanching is used to inactivate enzymes, change the structure of raw materials, and reduce microbiological contamination. The authors investigated the effect of blanching duration and temperature in liquid media on the physico-chemical parameters of jerusalem artichoke semi-finished products, as well as on the inactivation of the peroxidase enzyme. Blanching was carried out: in water (solution No. 0), in a solution of 2 % citric acid (solution No. 1) and in whey (solution No. 2) at a temperature of 65 ° C, 80 ° C and 95 ° C for 3 to 9 minutes. The activity of peroxidase was evaluated by colorimetric method, the hardness of semi-finished products - on the device "Structurometer-ST1". The model specification was carried out in the Statistica program using bicubic spline interpolation. Regression equations of the dependence of the content of peroxidase and hardness of jerusalem artichoke semi-finished products on the temperature and duration of blanching in various media are obtained. The conducted studies substantiate the expediency of blanching semi-finished jerusalem artichoke products in whey to obtain eco-snacks. The optimal mode of blanching in milk whey has been established: temperature 80 ° C, duration from 6 to 9 minutes. At the same time, the activity of peroxidase decreases by 87.0 % from the initial value, the neutral taste and smell, the color of the product are preserved – from milky white to cream.*

Keywords: *jerusalem artichoke, eco-snacks, blanching, citric acid solution, whey, peroxidase, technological regime*

Acknowledgements: *The work was carried out within the framework of the project "Healthy Nutrition" during the implementation of the strategic academic leadership program "Priority 2030" in 2022 (KubGAU Order No. 289-AH-P dated 12.07.2022).*

For citation: Shamkova, N. T., Rudenko O. V., Tamova, M. Yu., Varivoda, A. A. & Yakovleva T. V. (2022). Justification of the technological mode of blanching semi-finished products from jerusalem artichoke tubers for preparation of eco-snacks. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 144-151. (In Russ.). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.020. (In Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение получили продукты, употребляемые между основными приёмами пищи – «снеки» [1, 2, 3]. Они традиционно подразделяются на

два основных вида: соленая и сладкая снековая продукция, которая включает в себя классические снеки - чипсы, батончики, продукты экструзии; злаковые снеки [4, 5], орехи, мучные снеки [6] и другие. Как натуральная и полезная снековая продукция позиционируются экоснеки или овощные и фруктовые чипсы и фрипсы [7].

Они обладают рядом преимуществ перед снеками традиционными, благодаря пониженному содержанию жиров, низкой калорийности, высокому содержанию витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон и др.

Перспективным сырьём для производства натуральных снеков или экоснеков является топинамбур – ценный источник сложных углеводов, витаминов, минеральных веществ [8]. Клубни топинамбура содержат растворимый полисахарид инулин, азотистые вещества, витамины С и группы В, органические кислоты [9]. Известно об использовании топинамбура в питании больных сахарным диабетом, для коррекции обменных нарушений. Множество исследований подтверждают целесообразность использования продуктов переработки топинамбура в производстве функциональных и специализированных продуктов питания [10, 11, 12, 13].

Одной из проблем, требующей решения при переработке топинамбура, является изменение сенсорных характеристик, включая потемнение полуфабрикатов и формирование кофейного привкуса в процессе тепловой обработки [14, 15]. Эти нежелательные изменения связаны с окислением полифенолов и образованием соединений, имеющих темную окраску. Бланширование применяется для инактивации ферментов, изменения структуры сырья, снижения микробиологической обсемененности.

Для получения натуральных снеков целесообразно применение щадящих способов тепловой обработки. В связи с этим, нами сформулирована гипотеза, что, для бланширования топинамбура, целесообразно применять бланширование в растворах органических кислот.

Недостатком использования растворов органических кислот является выраженный кислый вкус и запах, что ухудшает органолептические показатели готовой продукции. Слабовыраженным кисломолочным вкусом и запахом характеризуется молочная сыворотка – дешёвый и доступный источник белка, витаминов, органических кислот. Поэтому исследовали возможность использования молочной сыворотки в качестве среды для бланширования топинамбура при приготовлении натуральной снековой продукции.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования являлись: клубни топинамбура сорта «Интерес», выращенные на территории Краснодарского края, урожая 2020 г., соответствующие ГОСТ 32790,

сыворотка молочная по ГОСТ 34352, вода питьевая по ГОСТ Р 51232, раствор лимонной кислоты 2 %, полуфабрикаты экоснеков из топинамбура, выработанные в условиях кафедры общественного питания и сервиса Кубанского государственного технологического университета (г. Краснодар).

В таблице 1 приведён химический состав клубней топинамбура.

Таблица 1 – Химический состав клубней топинамбура (P<0,05)

Table 1 – Chemical composition of tubers of topi-nambura (P<0.05)

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля сухих веществ, %	24,35
Белок (N*6,25), %	1,25
Общий сахар, % на сухое вещество	87,06
Фруктоза, г/кг	46,96
Глюкоза, г/кг	71,29
Сахароза, г/кг	0,72
Инулин, % к сухому веществу	32,11
Общего пектина, % к сухому веществу	5,14
Клетчатка, % к сухому веществу	8,62
Гемицеллюлоза, % к сухому веществу	0,85
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	9,10

Исследовали влияние среды, продолжительности и температуры бланширования в жидкой среде на физико-химические показатели полуфабрикатов из топинамбура, а также на инактивацию фермента пероксидазы. Бланширование проводили в следующих средах: в воде (раствор № 0), в растворе 2 %-ной лимонной кислоты (раствор № 1) и в молочной сыворотке (раствор № 2) при температуре 65 °С, 80 °С и 90 °С в течение от 3 до 9 минут. Полуфабрикат из нарезанного пластинами толщиной около 5 мм топинамбура полностью погружали в жидкую среду с соответствующей температурой и выдерживали требуемое время. После бланширования полуфабрикат охлаждали водой.

Учитывая, что сохранение цветности является важным показателем качества полуфабрикатов из топинамбура, для количественной оценки изменения цвета использовали метод расчета цветовых различий [16]. Для получения цветовых характеристик использовали

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА БЛАНШИРОВАНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКОСНЕКОВ

сканированное фотоизображение образцов с последующей обработкой в редакторе AdobePhotoshop. Наблюдалось потемнение топинамбура, таблице 2, о чем свидетельствует положительное значение ΔL ($P < 0,05$), при этом цветовые изменения при использовании молочной сыворотки были наименее выражены.

Таблица 2 – Изменения цветности экоснеков при бланшировании

Table 2 – Changes in the color of eco-checks during blanching

Вид среды бланширования	Изменение			Цветовое различие ΔE
	светлоты ΔL	насыщенности цвета ΔC	цветового тона ΔH	
Вода				3,5
Раствор 2 % -ной лимонной кислоты	7	-6	2	2
Молочная сыворотка	3	-1	1	1

Контролируемыми показателями качества экоснеков из топинамбура явились: количество пероксидазы, комплексный органолептический показатель (цвет, вкус, запах), твердость.

Качество экоснеков оценивали по следующим показателям: сухие вещества - по ГОСТ 28561; активность пероксидазы – колориметрическим методом, твердость – на приборе «Структурометр-СТ1». Органолептическую оценку образцов проводили общепринятым методом с использованием бальных шкал по национальному стандарту ГОСТ 31986.

Факторами эксперимента являлись:

$X_1 = \{\text{вода, 2 \% -ный раствор лимонной кислоты, молочная сыворотка}\} = \text{вид среды для бланширования};$

$X_2 = \text{температура бланширования, } ^\circ\text{C};$

$X_3 = \text{продолжительность бланширования, минут.}$

Диапазон варьирования факторов эксперимента приведен в таблице 3.

Факторами, оказывающими наибольшее влияние на качество полуфабрикатов из топинамбура в процессе бланширования, являлись: содержание пероксидазы и твердость. Желательным являлось минимально возможное содержание пероксидазы в продукте ($Y_1, \%$) при максимальной твердости ($Y_2, \text{ усл. ед.}$):

$$Y_1(X_1, X_2, X_3) \rightarrow \min \{1\}$$

$$Y_2(X_1, X_2, X_3) \rightarrow \max \{2\}$$

Таблица 3 – Диапазон варьирования факторов эксперимента

Table 3 – Range of variation of the experimental factors

Наименование	Уровни факторов		
	-1	0	+1
X_1 – вид среды для бланширования	вода	р-р лимонной кислоты 2 %	молочная сыворотка
X_2 – температура бланширования, $^\circ\text{C}$;	60	75	90
X_3 – продолжительность бланширования, минут	3	6	9

Решение задачи оптимизации технологического режима бланширования полуфабрикатов из клубней топинамбура для приготовления экоснеков проводили в три этапа.

На 1-м этапе составлен план 3-ёх факторного эксперимента для идентификации регрессионных моделей содержания пероксидазы и твердости полуфабрикатов, получены экспериментальные данные. На 2-м этапе идентифицировали регрессионные модели. На 3-м этапе была проведена векторная оптимизация в три шага: на 1-ом шаге методом Парето-множества, на 2 и 3 шагах методом линейной свёртки критериев. Для свёртки критериев, на 2-ом шаге, методом математического программирования определены решения задачи (1) и (2) для нахождения величин Y_1^{\min} и Y_2^{\max} . На 3-ем шаге, для нахождения величин X_1, X_2, X_3 оптимального режима технологического процесса, методом математического программирования определено решение задачи обеспечения максимально возможного значения линейной свёртки критериев (1) и (2):

$$K_1(X_1, X_2, X_3) = \frac{1}{2} \left(\frac{Y_1^{\min}}{Y_1(X_1, X_2, X_3)} + \frac{Y_2(X_1, X_2, X_3)}{Y_2^{\max}} \right).$$

$100\% \rightarrow \max \quad \{3\}$

имеющей смысл % достижения максимально возможных величин Y_1^{\min}, Y_2^{\max} .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 4.

Затем проводилась идентификация регрессионных моделей содержания пероксидазы и твердости полуфабрикатов. Графическое представление предполагает оценить регрессионную зависимость пероксидазы (y_1) от температуры и продолжительности бланширования в воде как квадратическую (рис. 1).

Таблица 4 - Влияние режимов бланширования на свойства полуфабрикатов из топинамбура

Table 4 - The effect of blanching modes on the properties of jerusalem artichoke semi-finished products

Вид среды	Режим бланширования		Значение показателя	
	температура, °С	продолжительность, мин	количество пероксидазы, %	твёрдость, усл. ед.
Вода	65	3	1,80	12,5
	65	6	1,70	10,0
	65	9	1,20	8,0
	80	3	1,08	11,0
	80	6	1,03	10,0
	80	9	0,98	7,0
	95	3	1,05	7,0
	95	6	0,94	5,0
Раствор 2 %-ной лимонной кислоты	65	3	1,20	12,5
	65	6	0,80	10,0
	65	9	0,70	8,0
	80	3	0,50	11,0
	80	6	0,50	10,0
	80	9	0,36	10,0
	95	3	0,48	7,0
	95	6	0,46	5,0
Молочная сыворотка	65	3	1,10	12,5
	65	6	0,72	10,0
	65	9	0,63	8,0
	80	3	0,40	10,0
	80	6	0,35	8,0
	80	9	0,28	8,0
	95	3	0,37	6,0
	95	6	0,29	5,0
	95	9	0,26	3,0

Полученное уравнение регрессии имеет высокое значение индекса корреляции (R=0.97), критерием Фишера на уровне значимости 0,05 подтверждается общая значимость модели.

Для улучшения качества регрессионной зависимости было уменьшено количество коэффициентов в квадратической модели, без снижения значений индекса корреляции. Спецификация регрессионной модели для содержания пероксидазы в образцах (Y₁, %) имеет вид, приведенный на рис.1. Аналогичный подход применялся для получения зависимостей функций y₁ и y₂ от температуры (x₂) и продолжительности (x₃) бланширования полуфабрикатов из топинамбура в растворе лимонной кислоты и молочной сыворотке, рисунок 2.

Далее проводилась линейная свёртка критериев:

$$K(X_2, X_3) = 100 \cdot \frac{\left(\frac{Y_{1min}}{Y_1(X_2, X_3)} + \frac{Y_2(X_2, X_3)}{Y_{2max}} \right)}{2}$$

Расчетные значения оптимальных значений пероксидазы и твердости при бланшировании (фактор X₁) приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Расчетные значения достижимых оптимальных значений пероксидазы и твердости при бланшировании полуфабрикатов из топинамбура в различных средах

Table 5 – Calculated values of achievable optimal values of peroxidase and hardness during blanching of jerusalem artichoke semi-powders in various media

Наименование	Бланширование в воде	Бланширование в р-ре лимонной кислоты 2%	Бланширование в молочной сыворотке
Min пероксидазы, %	0,6	0,4	0,2
Max твердости, усл.ед.	14	14	14

Максимальное снижение содержания пероксидазы наблюдается при бланшировании полуфабрикатов из топинамбура в молочной сыворотке при температуре 80 °С в течение от 6 мин до 9 мин, а также при температуре 95 °С в течение от 3 до 9 мин. При этом, образцы, бланшированные при температуре 80 °С в течение от 6 до 9 мин характеризовались умеренной твердостью, в сравнении с образцами, бланшированными при температуре 95 °С, которые размягчались за счет гидролиза протопектина и перехода его в растворимый пектин. Чрезмерное размягчение консистенции нежелательно для производства снеков. Бланширование в воде также оказывало ингибирующее действие на окислительно-восстановительные ферменты, консистенция полуфабриката размягчалась, что отрицательно сказывалось на качестве готовой продукции.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА БЛАНШИРОВАНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКОСНЕКОВ

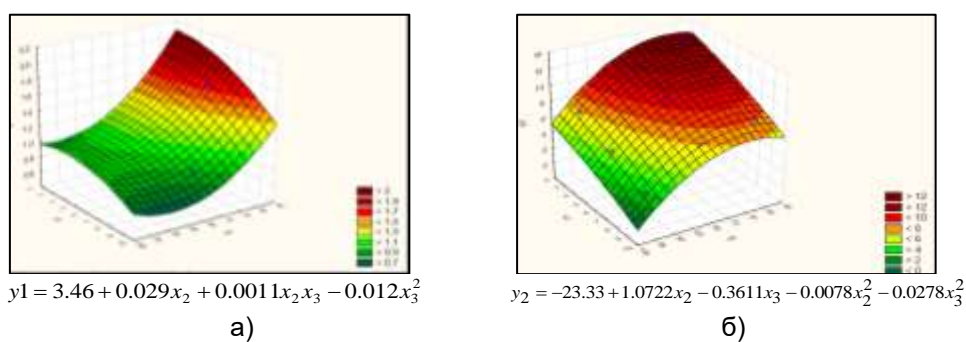


Рисунок 1 - Регрессионная зависимость содержания пероксидазы (а) и твердости (б) от температуры (x_2) и продолжительности бланширования (x_3) в воде

Figure 1 - Regression dependence of peroxidase content (a) and hardness (b) on temperature (x_2) and blanching duration (x_3) in water

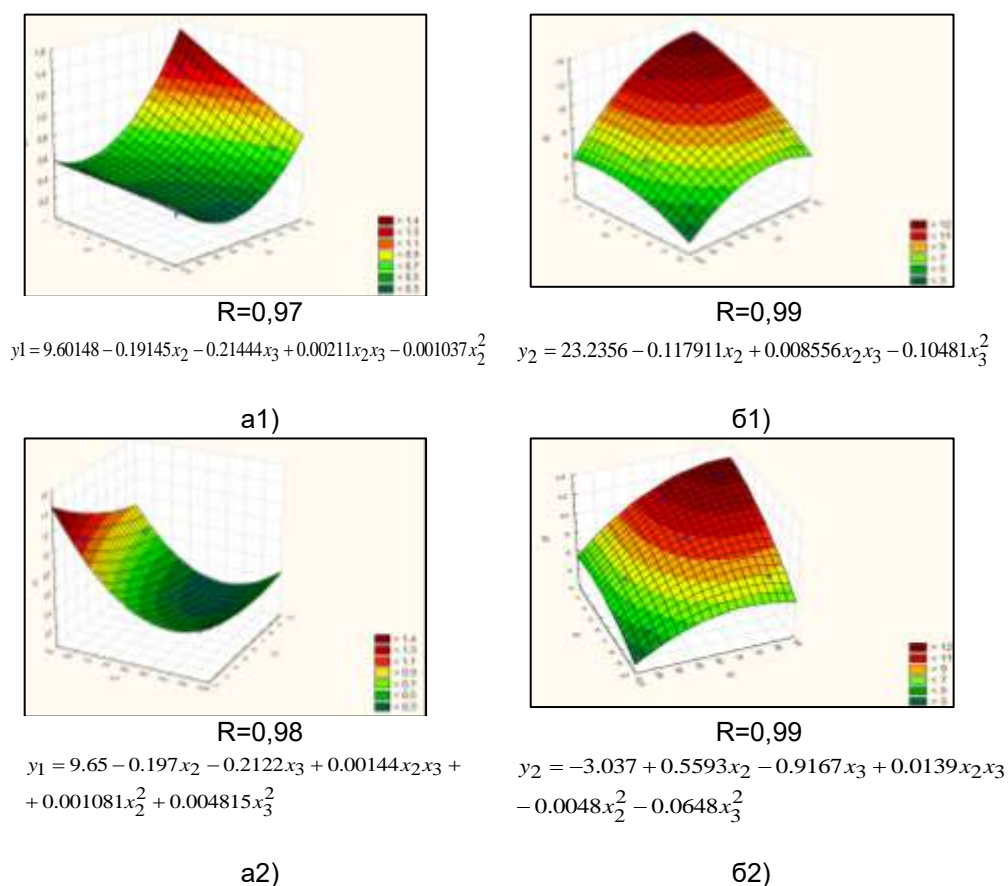


Рисунок 2 - Регрессионная зависимость содержания пероксидазы (а1, а2) и твердости (б1, б2) от температуры (x_2) и продолжительности бланширования (x_3) в растворе лимонной кислоты (1) и в молочной сыворотке (2)

Figure 2 - Regression dependence of peroxidase content (a1, a2) and hardness (b1, b2) on temperature (x_2) and duration of blanching (x_3) in citric acid solution (1) and in whey (2)

Снижение количества пероксидазы при бланшировании в растворе лимонной кислоты при температуре 80 °С в течение до 9 мин составило 82,0 %. После бланширования при указанных режимах клубни топинамбура полностью сохраняли консистенцию, сохраняли твердость. При бланшировании в растворе лимонной кислоты при температуре 95 °С в течение 9 мин пероксидаза снижалась на 85,0 %, однако образцы становились чрезмерно мягкими, что приводило к нарушению их целостности.

ВЫВОДЫ

Получены регрессионные уравнения зависимости содержания пероксидазы и твердости полуфабрикатов из топинамбура от температуры и продолжительности бланширования в растворе лимонной кислоты и в молочной сыворотке. Проведенные исследования обосновывают целесообразность бланширования полуфабрикатов из топинамбура в молочной сыворотке для получения натуральных снеков. Установлен оптимальный режим бланширования в молочной сыворотке при температуре 80 °С в течение от 6 до 9 мин. Активность пероксидазы при этом снижается на 87,0 % от первоначального значения, сохраняются нейтральный вкус и запах, цвет продукта от молочно-белого до кремового.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Oniszczyk, T., Kasprzak-Drozd, K., Olech, M., Wójtowicz, A., Nowak, R., Rusinek, R. & Oniszczyk, A. (2021). The Impact of Formulation on the Content of Phenolic Compounds in Snacks Enriched with *Dracopcephalum moldavica* L. Seeds: Introduction to Receiving a New Functional Food Product, 26 (5), <https://doi.org/10.3390/molecules26051245>.
2. Dudarev, I., Panasyuk, S., Taraymovich, I. & Say, V. (2021). Effect of fruit and vegetable blanching and compression on the loss of multilayer chips. *IN-MATEH - Agricultural Engineering*, (64), 247-256, <https://doi.org/10.35633/inmateh-64-24>.
3. Shamkova, N.T., Vereshchagina, A.I., Dobrovolskaya, A.V. & Todorova, A.Z. (2020). News of higher educational institutions. *Food technology*, 5-6 (377-378), 46-49 (In Russ.). <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.5-6.10>.
4. F. Michel, L.M. Sanchez-Siles & M. Siegrist. (2021). Predicting how consumers perceive the naturalness of snacks: The usefulness of a simple index. *Food Quality and Preference*, (94), <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104295>.
5. Román, S., Sánchez-Siles, L.M. & Siegrist, M. (2017). The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. *Trends in Food*

Science and Technology, (67), 44-57, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.010>.

6. Sudhakar, A., Dash, S.K., Bal, L.M., Sahoo, N.R. & Rayaguru, K. (2021) *Journal of the Indian Chemical Society*, 98(10) <https://doi.org/10.1016/j.jics.2021.100160>.

7. Kowalska, H., Marzec, A., Kowalska, J., Samborska, K., Tywonek, M. & Lenart, A. (2018). Development of apple chips technology. *Heat and Mass Transfer/Waerme-Und Stoffuebertragung*, 54(12), 3573-3586 <https://doi.org/10.1007/s00231-018-2346-y>.

8. Shariati, M.A., Khan, M.U., Hleba, L., Souza, C.K., Tokhtarov, Z., Terentev, S. & Kantimerova, M. (2021). The use of dry Jerusalem artichoke as a functional nutrient in developing extruded food with low glycaemic index. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(6), 1-8. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.4737>.

9. Castellanos-Gallo, L., Galicia-García, T., Estrada-Moreno, I.A., Mendoza-Duarte, M., Márquez-Meléndez, R., Portillo-Arroyo, B., Soto-Figueroa, C., Leal-Ramos, M.Y. & Aldana, D.S. (2019). Development of an Expanded Snack of Rice Starch Enriched with Amaranth by Extrusion Process. *Molecules*, 24, 2430, <https://doi.org/10.3390/molecules24132430>.

10. Radovanovic, A., Stojceska, V., Plunkett, A., Jankovic, Milovanovic, S. & Cupara, D.S. (2015). The use of dry Jerusalem artichoke as a functional nutrient in developing extruded food with low glycaemic index. *Food Chemistry*, 177, 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.12.096>.

11. Yang, L., Sophia, H.Q., Corscadden, K. & Chibuike, S.U. (2015). The prospects of Jerusalem artichoke in functional food ingredients and bioenergy production. *Biotechnology Reports*, 5, 77-88. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2014.12.004>.

12. Barkhatova, T.V., Nazarenko, M.N., Kozhukhova, M.A. & Khripko, I.A. (2015). Obtaining and identification of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. *Foods and Raw Materials*, 3 (2), 13-22. <https://doi.org/10.12737/13115>.

13. Guerrero, B.G., Montero-Montero, J.C., Fernández-Quintero, A., Rivera-Agrede, Y.J. & Patiño, B.O. (2019). The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. *Gallego. S. DYNA*, 86, 298-303 <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.73071>.

14. Khuenpet, K., Jittanit, W., Sirisansaneeyakul, S. & Srichamnong, W. (2015). Effect of Pretreatments on Quality of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tuber Powder and Inulin Extraction. *Transactions of the ASABE*, 58(6), 1873-1884. <https://doi.org/10.13031/trans.58.11036>.

15. Bach, V., Jensen, S., Clausen, M.R., Bertram, H.C. & Edelenbos, M. (2013). Enzymatic browning and after-cooking darkening of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.). *Food Chemistry*, 141(2), 1445-1450. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.04.028>.

16. Domasev, M.V. & Gnatyuk, S.P. (2009). Color, color management, color calculations and measurements. St. Petersburg: Peter. (In Russ.).

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА БЛАНШИРОВАНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЭКОСНЕКОВ

Информация об авторах:

Н. Т. Шамкова – доктор технических наук, профессор кафедры общественного питания и сервиса КубГТУ, профессор.

О. В. Руденко – кандидат технических наук, доцент кафедры общей математики КубГТУ, доцент.

М. Ю. Тамова – доктор технических наук, зав. кафедрой общественного питания и сервиса КубГТУ, профессор.

А. А. Варивода – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции КубГАУ им. И.Т. Трубилина, доцент.

Т. В. Яковлева – кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела хранения и переработки сельскохозяйственной продукции КНИИХП – филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ, доцент.

Information about the authors:

N. T. Shamkova – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Public Catering and Service of KubSTU, Professor

O. V. Rudenko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Mathematics of KubSTU, Associate Professor.

M. Y. Tamova – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Public Catering and Catering of KubSTU, Professor.

A. A. Varivoda – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Crop Products of KubGAU named after I.T. Trubilin, Associate Professor.

T. V. Yakovleva – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of the Department of Storage and Processing processing of agricultural products KNIIHP - branch of the Federal State Budgetary Educational Institution SKFNTSSVV, associate Professor. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 14.06.2022; одобрена после рецензирования 25.07.2022; принята к публикации 15.08.2022.

The article was received by the editorial board on 14 June 2022 approved after editing on 25 July 2022; accepted for publication on 15 Aug 2022.