

Научная статья

УДК 664.8.037.5

EDN VEKHH

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-123-132>

Технология производства гарнирного картофеля быстрозамороженного с математическим обоснованием показателей пищевой ценности

Владимир Владимирович Литвяк¹, Марианна Сергеевна Воронина²,
Евгений Алексеевич Симаков³, Динара Фанисовна Игнатова⁴,
Михаил Валентинович Журавлев⁵, Роман Хажсетович Кандроков⁶

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов –
филиал Федерального научного центра пищевых систем имени В. М. Горбатова РАН
Московская область, Красково, Россия

^{2, 4, 5, 6} Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

³ Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха
Московская область, Люберцы, Россия

¹ vniik@arrisp.ru, ² marianna419@rambler.ru, ³ vniikh@mail.ru,

⁴ dinara-bakieva@mail.ru, ⁵ zyrav2014@yandex.ru, ⁶ kandrokov.roman@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассмотрены технологические этапы производства гарнирного картофеля быстрозамороженного. Проведены лабораторные исследования влияния продолжительности бланширования и температуры замораживания на показатели качества картофельного полуфабриката. Установлено, что рациональным режимом предварительной тепловой и холодильной обработки является бланширование в течение 3,5 минут при температуре воды 85 °С с последующим интенсивным замораживанием при температуре минус 32 °С. При данном режиме обеспечиваются высокая органолептическая оценка, сохранность структуры продукта, снижение потерь сухих веществ и удовлетворительная сохранность витамина С. Рассчитаны показатели химического состава, энергетической ценности и структуры сухих веществ гарнирного картофеля. В расчете на 100 г продукта энергетическая ценность составила 75,6 ккал. Основной вклад в калорийность вносят углеводы – 78,62 %, доля белков составляет 10,52 %, жиров – 4,83 %, органических кислот – 0,74 %. Массовая доля сухих веществ соответствует 22,0 %, при этом углеводы формируют 72,04 % сухого вещества. Показано, что продукт характеризуется высоким содержанием калия (499,85 мг/100 г), что достигает 38,65 % от суммы макроэлементов. Получены регрессионные зависимости, позволяющие прогнозировать содержание витамина С, массовую долю влаги, потери сухих веществ, органолептическую оценку и интегральный показатель качества в зависимости от технологических режимов.

Ключевые слова: гарнирный картофель, быстрозамороженный полуфабрикат, пищевая ценность, энергетическая ценность, бланширование, интенсивное замораживание, органолептическая оценка, регрессионное моделирование

Для цитирования: Литвяк В. В., Воронина М. С., Симаков Е. А., Игнатова Д. Ф., Журавлев М. В., Кандроков Р. Х. Технология производства гарнирного картофеля быстрозамороженного с математическим обоснованием показателей пищевой ценности // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 3. С. 123–132. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-123-132>.

Original article

Technology of production of quick-frozen side dish potatoes with mathematical substantiation of nutritional value indicators

Vladimir V. Litvyak¹, Marianna S. Voronina², Evgeny A. Simakov³,
Dinara F. Ignatova⁴, Mikhail V. Zhuravlev⁵, Roman Kh. Kandrov⁶

¹ All-Russian Research Institute of Starch Products – Branch of the V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences
Moscow region, Kraskovo, Russian Federation

^{2, 4, 5, 6} Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
Moscow, Russian Federation

³ Federal Potato Research Center named after A. G. Lorkh
Moscow region, Lyubertsy, Russian Federation

¹ yniik@arrisp.ru, ² mariana419@rambler.ru, ³ yniikh@mail.ru,

⁴ dinara-bakieva@mail.ru, ⁵ zyrav2014@yandex.ru, ⁶ kandrokov.roman@rgau-msha.ru

Abstract. The authors show the technological stages of the production of quick-frozen side dish potatoes. Laboratory studies of the effect of blanching duration and freezing temperature on the quality of potato semi-finished products have been conducted. It is concluded that the rational mode of preliminary heat and refrigeration treatment is blanching for 3.5 minutes at a water temperature of 85 °C, followed by intensive freezing at a temperature of minus 32 °C. This regime ensures high organoleptic parameters, preservation of the product structure, reduction of dry matter losses, as well as satisfactory preservation of vitamin C. The indicators of the chemical composition, energy value and structure of the dried substances of side potatoes are calculated. The energy value per 100 g of the product was 75.6 kcal. Carbohydrates make the main contribution to caloric content – 78.62%, the proportion of proteins is 10.52%, and fats – 4.83%. The mass fraction of dry matter corresponds to 22.0%, while carbohydrates form 72.04% of the dry matter. It is shown that the product is characterized by a high potassium content (499.85 mg/100 g), which reaches 38.65% of the total macronutrients. The article presents regression dependencies that allow predicting the vitamin C content, the mass fraction of moisture, loss of dry matter, organoleptic assessment and integral quality indicator depending on technological modes.

Keywords: side dish potatoes, quick-frozen semi-finished product, nutritional value, energy value, blanching, intensive freezing, organoleptic evaluation, regression modeling

For citation: Litvyak V. V., Voronina M. S., Simakov E. A., Ignatova D. F., Zhuravlev M. V., Kandrokov R. Kh. Technology of production of quick-frozen side dish potatoes with mathematical substantiation of nutritional value indicators. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;3:123–132. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-3-123-132>.

Введение. Картофель является одним из наиболее распространенных видов растительного сырья, используемого в производстве пищевых продуктов массового потребления. Он выступает значимым источником углеводов, пищевых волокон, витамина С, минеральных веществ и ряда биологически активных соединений. Его химический состав и пищевая ценность зависят от сорта, условий выращивания, хранения и способа технологической обработки [1–3]. В пищевой промышленности картофель широко применяется для производства полуфабрикатов, гарнирной продукции, замороженных овощных смесей и продуктов быстрого приготовления [4, 5].

Современное развитие пищевой индустрии характеризуется повышением спроса на продукты высокой степени готовности, обладающие стабильным качеством, длительным сроком хранения и удобством использования. К таким про-

дуктам относится гарнирный картофель быстрозамороженный, который может использоваться на предприятиях общественного питания, в торговых сетях и в домашних условиях [3, 4].

Быстрое замораживание является одним из наиболее эффективных способов консервирования растительного сырья. Оно позволяет замедлить протекание микробиологических, ферментативных и окислительных процессов, а также сохранить органолептические свойства и пищевую ценность продукта [6–8]. При этом качество готового продукта зависит от исходных характеристик сырья, степени предварительной обработки, режима бланширования, скорости замораживания и условий хранения [3, 5].

Бланширование – важная технологическая операция, направленная на инактивацию ферментных систем, снижение микробиологической обсемененности, стабилизацию цвета и улучшение струк-

туры растительной ткани [6–8]. Однако чрезмерное тепловое воздействие может приводить к потерям витамина С, минеральных веществ и растворимых сухих веществ, что важно учитывать при разработке технологических режимов [9, 10].

В этой связи актуальным является не только описание технологии производства гарнирного картофеля быстрозамороженного, но и математическое обоснование показателей его пищевой ценности.

Использование расчетных моделей позволяет оценивать энергетическую ценность продукта, соотношение нутриентов, долю компонентов в сухом веществе и прогнозировать качество готового полуфабриката [4, 8].

Целью исследований явилась разработка и научное обоснование технологии производства гарнирного картофеля быстрозамороженного с использованием математической обработки показателей химического состава, энергетической ценности и качества готового продукта.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) описание технологической схемы производства гарнирного картофеля быстрозамороженного;
- 2) анализ химического, витаминного и минерального состава продукта;
- 3) расчет энергетической ценности и вклада основных нутриентов в калорийность продукта;
- 4) математическая интерпретация структуры сухих веществ;
- 5) разработка регрессионных зависимостей для прогнозирования качества продукта при изменении режимов бланширования и замораживания.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлся гарнирный картофель быстрозамороженный, полученный из продовольственного картофеля, соответствующего требованиям действующих государственных стандартов. В качестве сырья использовали клубни картофеля без признаков микробиологической порчи, механических повреждений, позеленения и прорастания.

Для переработки отбирали клубни средней фракции, однородные по размеру и степени зрелости.

Лабораторная выработка полуфабриката включала следующие операции: мойка клубней, инспекция, механическая очистка, доочистка, резка на брусочки, промывка от поверхностного крахмала, бланширование, охлаждение, удаление поверхностной влаги, фасование, интенсивное замораживание и хранение.

Резку проводили с получением брусочков размером 10×10 мм. Бланширование осуществляли в воде при температуре 85±2 °С. После бланширования образцы охлаждали до температуры 18–20 °С, удаляли поверхностную влагу и направляли на замораживание.

Для оценки влияния технологических факторов был проведен двухфакторный лабораторный эксперимент. В качестве факторов варьирования использовали продолжительность бланширования и температуру замораживания. Продолжительность бланширования составляла 2,0; 3,5 и 5,0 минут, при этом температура замораживания была равна минус 24, минус 32 и минус 36 °С. Температура в центре продукта после замораживания составляла не выше минус 18 °С. Образцы хранили при температуре минус 18±2 °С. Опыты проводили в трехкратной повторности.

Качество готового продукта оценивали по массовой доле влаги, содержанию сухих веществ, содержанию витамина С, потерям сухих веществ, органолептической оценке и интегральному показателю качества. Органолептическую оценку проводили по пятибалльной шкале с учетом внешнего вида, цвета, запаха, вкуса и консистенции после теплового доведения продукта до кулинарной готовности.

Массовую долю влаги, жира; содержание пищевых волокон, витамина С, железа определяли с учетом требований соответствующих государственных стандартов. Массовую долю токсичных элементов и отдельных минеральных компонентов контролировали с использованием атомно-абсорбционного метода.

Требования к готовому быстрозамороженному картофелю оценивали с учетом положений ГОСТ 33314–2015 «Картофель быстрозамороженный. Общие технические условия».

Содержание белков и углеводов учитывали на основании справочных данных

химического состава картофеля и расчетного баланса сухих веществ. Массовую долю влаги, жира, пищевых волокон, витамина С и отдельных минеральных компонентов определяли с использованием нормативных методов анализа.

Расчет энергетической ценности осуществляли по содержанию белков, жиров, углеводов и органических кислот с использованием энергетических коэффициентов (ккал/г), установленных для белков – 4; жиров – 9; углеводов – 3,75; органических кислот – 3.

Для описания влияния технологических факторов на показатели качества использовали регрессионную модель второго порядка.

Результаты исследований. Производство гарнирного картофеля быстрозамороженного включает последовательность технологических операций, обеспечивающих получение безопасного, стабильного по качеству и удобного в применении полуфабриката. Основные требования к сырью устанавливаются нормативной документацией на продовольственный картофель, а требования к готовой замороженной овощной продукции – нормативной документацией на замороженные овощи.

Технологическая схема производства включает приемку и сортировку клубней, мойку, инспекцию, очистку, доочистку, резку, промывание, бланширование, охлаждение, удаление поверхностной влаги, быстрое замораживание, фасование, упаковывание и хранение. Аналогичные технологические принципы применяются при консервировании и замораживании растительного сырья. Основные этапы производства представлены в таблице 1.

Пищевая ценность гарнирного картофеля быстрозамороженного определяется содержанием основных нутриентов, воды, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ. По результатам расчета продукт характеризуется высоким содержанием воды – 78,0 г/100 г и сухих веществ – 22,0 г/100 г. Основную часть сухих веществ составляют углеводы, содержание которых равно 15,849 г/100 г.

При этом в расчете на 100 г продукта содержание белков составляет 1,988 г, жиров – 0,406 г, органических кислот –

0,186 г, пищевых волокон – 1,406 г. Такой состав соответствует углеводной направленности пищевой ценности картофеля как растительного сырья.

Массовая доля сухих веществ и распределение основных компонентов в их составе показано в таблице 2. Установлено, что массовая доля сухих веществ в продукте составляет 22,0 %, при этом преобладающим компонентом являются углеводы, доля которых достигает 72,04 % от суммы сухих веществ. Это обусловлено высоким содержанием крахмала в картофеле. Белковая составляющая имеет второстепенное значение, однако вносит вклад в пищевую ценность продукта. Низкое содержание жиров является характерной особенностью картофеля и делает продукт пригодным для использования в рационах с ограничением жировой нагрузки.

Энергетическую ценность гарнирного картофеля рассчитывали по содержанию белков, жиров, углеводов и органических кислот. Результаты расчета представлены в таблице 3. Основной вклад в энергетическую ценность продукта вносят углеводы – 59,434 ккал/100 г, или 78,62 % от принятой энергетической ценности. Соотношение белков, жиров и углеводов в продукте составило:

1,988:0,406:15,849

или при приведении к единице белка:

1,00:0,20:7,97

Полученное соотношение подтверждает углеводную направленность продукта. Основной вклад в энергетическую ценность гарнирного картофеля быстрозамороженного вносят углеводы, что связано с высоким содержанием крахмала. Белки и жиры играют меньшую роль в формировании калорийности, однако учитываются при общей оценке пищевой ценности.

Витаминный состав гарнирного картофеля быстрозамороженного характеризуется наличием витамина С, витаминов группы В, витамина Е, биотина, витамина РР и β-каротина. Наибольшее технологическое значение имеет витамин С, поскольку он относится к термолабильным соединениям и может использоваться как индикатор интенсивности теплового воздействия при бланшировании. Содержание витамина С в готовом продукте

Таблица 1 – Основные технологические операции производства гарнирного картофеля быстрозамороженного**Table 1 – Main technological operations for the production of quick-frozen side-dish potatoes**

№ п/п	Операция	Назначение операции	Контролируемые показатели
1	Приемка сырья	оценка пригодности картофеля к переработке	внешний вид, размер, зрелость, отсутствие дефектов
2	Мойка	удаление почвы и поверхностных загрязнений	чистота поверхности, качество воды
3	Инспекция	удаление нестандартных клубней	наличие повреждений, гнили, позеленения
4	Механическая очистка	удаление кожуры	степень очистки, потери сырья
5	Доочистка	удаление глазков и дефектов	остатки кожуры, глубина зачистки
6	Резка	формирование продукта заданной формы	размер и форма частиц
7	Промывка после резки	удаление поверхностного крахмала	содержание свободного крахмала на поверхности
8	Бланширование	инактивация ферментов, стабилизация цвета	температура, продолжительность, активность ферментов
9	Охлаждение	прекращение теплового воздействия	температура продукта
10	Удаление влаги	снижение поверхностной влажности	наличие капельной влаги
11	Дозирование	формирование потребительской массы	масса порции
12	Замораживание	перевод влаги в замороженное состояние	температура среды и продукта
13	Упаковка	защита от высыхания и загрязнения	герметичность, масса нетто
14	Маркировка	идентификация продукции	дата, партия, условия хранения
15	Хранение	сохранение качества продукта	температура, срок хранения

Таблица 2 – Распределение компонентов в составе сухих веществ**Table 2 – Distribution of components in the composition of dry substances**

Компонент	Содержание, г/100 г	Доля в сухом веществе, %
Углеводы	15,849	72,04
Белки	1,988	9,04
Пищевые волокна	1,406	6,39
Зола	1,237	5,62
Жиры	0,406	1,85
Органические кислоты	0,186	0,85

составляет 14,49 мг/100 г. Данный показатель свидетельствует о сохранении биологической ценности картофельного полуфабриката при соблюдении рациональных режимов предварительной тепловой обработки и замораживания. Сохранность витамина С зависит от температуры и про-

должительности бланширования, размера частиц, скорости охлаждения и условий замораживания. Избыточное бланширование может приводить к снижению содержания аскорбиновой кислоты за счет термического разрушения и перехода растворимых веществ в бланшировочную

Таблица 3 – Энергетический вклад основных пищевых веществ

Table 3 – Energy contribution of the main food substances

Компоненты	Содержание, г/100 г	Коэффициент, ккал/г	Энергетический вклад, ккал/100 г	Доля от 75,6 ккал, %
Белки	1,988	4,00	7,952	10,52
Жиры	0,406	9,00	3,654	4,83
Углеводы	15,849	3,75	59,434	78,62
Органические кислоты	0,186	3,00	0,558	0,74
Итого	—	—	71,598	94,71

среду. Поэтому данный показатель целесообразно использовать при оптимизации технологических режимов.

Минеральная ценность гарнирного картофеля быстрозамороженного определяется содержанием макро- и микроэлементов. Наиболее значимым макроэлементом является калий, содержание которого составляет 499,85 мг/100 г. Калий является характерным минеральным компонентом картофеля и формирует значительную часть его пищевой ценности.

Анализ минерального состава, приведенный в таблице 4, показывает, что продукт обладает выраженной калийной направленностью. Содержание натрия и хлора может зависеть от особенностей технологической обработки, состава воды, применяемых вспомогательных растворов и рецептурных компонентов, если они используются в процессе производства.

Ключевыми факторами, влияющими на качество гарнирного картофеля быстрозамороженного, являются продолжительность бланширования и температура замораживания.

Продолжительность бланширования определяет степень инактивации ферментов, потери растворимых веществ, изменение консистенции и сохранность витаминов. Температура замораживания влияет на скорость кристаллообразования, размер кристаллов льда, повреждение клеточной структуры и величину потерь сока после размораживания.

Для прогнозирования качества продукта может быть использована регрессионная модель второго порядка.

Для оценки влияния продолжительности бланширования и температуры замораживания на качество гарнирного картофеля быстрозамороженного был проведен лабораторный двухфакторный эксперимент. Варьировали продолжительность бланширования и температуру замораживания. В качестве откликов использовали содержание витамина С, массовую долю влаги, потери сухих веществ и органолептическую оценку готового продукта (табл. 5).

Анализ полученных данных показал, что увеличение продолжительности

Таблица 4 – Минеральный состав гарнирного картофеля быстрозамороженного

Table 4 – Mineral composition of frozen garnish potatoes

Минеральные элементы	Содержание, мг/100 г	Доля в сумме макроэлементов, %
Калий	499,85	38,65
Хлор	317,74	24,57
Натрий	239,26	18,50
Фосфор	96,40	7,45
Магний	46,00	3,56
Кальций	30,00	2,32
Прочие макроэлементы	64,09	4,95
Итого	1 293,34	100,00

Таблица 5 – Результаты лабораторного эксперимента по оценке влияния режимов бланширования и замораживания на качество гарнирного картофеля быстрозамороженного

Table 5 – Results of the laboratory experiment on the influence of blanching and freezing conditions on the quality of quick-frozen potato side dishes

Номер опыта	Продолжительность бланширования, мин	Температура замораживания, °C	Витамин С, мг/100 г	Массовая доля влаги, %	Потери сухих веществ, %	Органолептическая оценка, балл
1	2,0	–24	10,8	78,7	2,1	4,2
2	2,0	–32	11,2	78,3	1,8	4,4
3	2,0	–36	11,0	78,1	1,7	4,3
4	3,5	–24	9,9	78,5	2,5	4,5
5	3,5	–32	10,5	78,0	2,0	4,8
6	3,5	–36	10,3	77,8	1,9	4,7
7	5,0	–24	8,7	78,2	3,4	4,1
8	5,0	–32	9,2	77,7	2,9	4,4
9	5,0	–36	9,0	–	–	–

бланширования с 2,0 до 5,0 мин сопровождается снижением содержания витамина С и ростом потерь сухих веществ. Вместе с тем недостаточная продолжительность бланширования не обеспечивает оптимальной стабилизации цвета и консистенции продукта. Наиболее высокие органолептические показатели были получены при бланшировании в течение 3,5 мин.

Снижение температуры замораживания с минус 24 до минус 32 °C способствовало лучшему сохранению структуры и снижению потерь сухих веществ. Дальнейшее снижение температуры до минус 36 °C не приводило к существенному улучшению качества, что позволяет рассматривать температуру минус 32 °C как рациональную с технологической и энергетической точек зрения.

По результатам обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии для содержания витамина С (1), для массовой доли влаги (2), для потери сухих веществ (3) и для органолептической оценки продукта (4):

$$C_{vit} = 4,115 + 4,538\tau + 0,175T - 0,644\tau^2 + 0,0016T^2 + 0,0044\tau T \quad (1)$$

$$W = 79,067 + 0,289\tau + 0,031T - 0,044\tau^2 + 0,0003T^2 + 0,0022\tau T \quad (2)$$

$$L = 4,642 - 0,051\tau + 0,052T + 0,098\tau^2 + 0,0002T^2 + 0,0056\tau T \quad (3)$$

$$O = 3,481 + 0,603\tau + 0,014T - 0,077\tau^2 + 0,0001T^2 + 0,0011\tau T \quad (4)$$

где τ – продолжительность бланширования, мин;

T – температура замораживания, °C.

Полученные зависимости отражают влияние продолжительности бланширования и температуры замораживания на основные показатели качества продукта. Максимальная органолептическая оценка при умеренных потерях сухих веществ и достаточной сохранности витамина С была получена при режиме: бланширование 3,5 мин при температуре воды 85 °C и интенсивное замораживание при температуре минус 32 °C.

Данный режим может быть рекомендован как рациональный для лабораторной и промышленной апробации технологии производства гарнирного картофеля быстрозамороженного.

Заключение. В результате проведенного исследования рассмотрена технология производства гарнирного картофеля быстрозамороженного. Проведен лабораторный эксперимент по оценке влияния продолжительности бланширования и температуры замораживания на качество соответствующего продукта.

Установлено, что увеличение продолжительности бланширования приводит к снижению содержания витамина С и росту потерь сухих веществ. Однако недостаточная продолжительность обработки не обеспечивает оптимальной стабилизации цвета и консистенции продукта.

Получены регрессионные уравнения, описывающие зависимость содержания витамина С, массовой доли влаги, потерь сухих веществ и органолептической оценки от продолжительности бланширования и температуры замораживания.

На основании экспериментальных данных рациональным признан режим бланширования в течение 3,5 минут при температуре воды 85 °С с последующим интенсивным замораживанием при температуре минус 32 °С.

При данном режиме обеспечивается органолептическая оценка 4,8 балла, содержание витамина С – 10,5 мг/100 г, массовая доля влаги – 78,0 %, потери сухих веществ – 2,0 %.

Использование регрессионного моделирования позволяет прогнозировать качество готового продукта, определять рациональные технологические параметры и повышать научную обоснованность промышленного производства быстрозамороженного гарнирного картофеля.

Список источников

1. Camire M. E., Kubow S., Donnelly D. J. Potatoes and human health // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2009. Vol. 49. No. 10. P. 823–840. <https://doi.org/10.1080/10408390903041996>.
2. Zaheer K., Akhtar M. H. Potato production, usage, and nutrition – a review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2016. Vol. 56. No. 5. P. 711–721. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.724479>.
3. Furrer A. N., Chegeni M., Ferruzzi M. G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemicals, and human health // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2018. Vol. 58. No. 1. P. 146–168. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1139542>.
4. Luna J. A., Garrote R. L., Cardona A. Mathematical modelling of the diffusion of ascorbic acid during water blanching of surface frozen potato strips // International Journal of Food Science and Technology. 1992. Vol. 27. No. 6. P. 653–660. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb01235.x>.
5. Narwojsz A., Borowska E. J., Polak-Śliwińska M., Danowska-Oziewicz M. Effect of different methods of thermal treatment on starch and bioactive compounds of potato // Plant Foods for Human Nutrition. 2020. Vol. 75. No. 2. P. 298–304. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00808-0>.
6. Xin Y., Zhang M., Xu B., Adhikari B., Sun J. Research trends in selected blanching pretreatments and quick freezing technologies as applied in fruits and vegetables: A review // International Journal of Refrigeration. 2015. Vol. 57. P. 11–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2015.04.015>.
7. Abu-Ghannam N., Crowley H. The effect of low temperature blanching on the texture of whole processed new potatoes // Journal of Food Engineering. 2006. Vol. 74. No. 3. P. 335–344. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.025>.
8. Carbonell S., Oliveira J. C., Kelly A. L. Effect of pretreatments and freezing rate on the firmness of potato tissue after a freeze-thaw cycle // International Journal of Food Science and Technology. 2006. Vol. 41. No. 7. P. 757–767. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01054.x>.
9. Haase N. U., Weber L. Ascorbic acid losses during processing of French fries and potato chips // Journal of Food Engineering. 2003. Vol. 56. No. 2–3. P. 207–209. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00252-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00252-2).
10. Arroqui C., Rumsey T. R., López A., Virseda P. Effect of different soluble solids in the water on the ascorbic acid losses during water blanching of potato tissue // Journal of Food Engineering. 2001. Vol. 47. No. 2. P. 123–126. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00107-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00107-2).

References

1. Camire M. E., Kubow S., Donnelly D. J. Potatoes and human health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2009;49;10:823–840. <https://doi.org/10.1080/10408390903041996>.
2. Zaheer K., Akhtar M. H. Potato production, usage, and nutrition – a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2016;56;5:711–721. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.724479>.

3. Furrer A. N., Chegeni M., Ferruzzi M. G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemicals, and human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2018;58;1: 146–168. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1139542>.
4. Luna J. A., Garrote R. L., Cardona A. Mathematical modelling of the diffusion of ascorbic acid during water blanching of surface frozen potato strips. *International Journal of Food Science and Technology*, 1992;27;6:653–660. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb01235.x>.
5. Narwojsz A., Borowska E. J., Polak-Śliwińska M., Danowska-Oziewicz M. Effect of different methods of thermal treatment on starch and bioactive compounds of potato. *Plant Foods for Human Nutrition*, 2020;75;2:298–304. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00808-0>.
6. Xin Y., Zhang M., Xu B., Adhikari B., Sun J. Research trends in selected blanching pretreatments and quick freezing technologies as applied in fruits and vegetables: A review. *International Journal of Refrigeration*, 2015;57;11–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2015.04.015>.
7. Abu-Ghannam N., Crowley H. The effect of low temperature blanching on the texture of whole processed new potatoes. *Journal of Food Engineering*, 2006;74;3:335–344. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.03.025>.
8. Carbonell S., Oliveira J. C., Kelly A. L. Effect of pretreatments and freezing rate on the firmness of potato tissue after a freeze-thaw cycle. *International Journal of Food Science and Technology*, 2006;41;7:757–767. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01054.x>.
9. Haase N. U., Weber L. Ascorbic acid losses during processing of French fries and potato chips. *Journal of Food Engineering*, 2003;56;2–3:207–209. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00252-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00252-2).
10. Arroqui C., Rumsey T. R., López A., Virseda P. Effect of different soluble solids in the water on the ascorbic acid losses during water blanching of potato tissue. *Journal of Food Engineering*, 2001;47;2:123–126. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00107-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00107-2).

© Литвяк В. В., Воронина М. С., Симаков Е. А., Игнатова Д. Ф., Журавлев М. В., Кандроков Р. Х., 2026

Статья поступила в редакцию 16.06.2026; одобрена после рецензирования 01.09.2026; принята к публикации 10.09.2026.

The article was submitted 16.06.2026; approved after reviewing 01.09.2026; accepted for publication 10.09.2026.

Информация об авторах

Литвяк Владимир Владимирович, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал Федерального научного центра пищевых систем имени В. М. Горбатова РАН, vniik@arrisp.ru;

Воронина Марианна Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, marianna419@rambler.ru;

Симаков Евгений Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий отделом экспериментального генофонда картофеля, Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха, vniikh@mail.ru;

Игнатова Динара Фанисовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, dinara-bakieva@mail.ru;

Журавлев Михаил Валентинович, кандидат технических наук, доцент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, zyrav2014@yandex.ru;

Кандроков Роман Хажсетович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, kandrokov.roman@rgau-msha.ru

Information about the authors

Vladimir V. Litvyak, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Starch Products – Branch of the V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of the Russian Academy of Sciences, vniik@arrisp.ru;

Marianna S. Voronina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology for Storage and Processing of Fruit, Vegetable and Crop Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, marianna419@rambler.ru;

Evgeny A. Simakov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Department of Experimental Potato Gene Pool, Federal Potato Research Center named after A. G. Lorkh, vniikh@mail.ru;

Dinara F. Ignatova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology for Storage and Processing of Fruit, Vegetable and Crop Products, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, dinara-bakieva@mail.ru;

Mikhail V. Zhuravlev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Processes and Apparatuses of Processing Productions, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, zyrav2014@yandex.ru;

Roman Kh. Kandrokov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology for Storage and Processing of Fruit, Vegetable, and Crop Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, kandrokov.roman@rgau-msha.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.