

УДК 664.78+621.7

Поступила в редакцию 26.05.2025
Received 26.05.2025

**Л. В. Евтушевская, Н. Н. Петюшев, Ю. С. Усень,
М. Ю. Уложина, Д. И. Гоман.**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПЯНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Аннотация. В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению оптимальных параметров процессов тепловой и низкотемпературной обработки крупяного и фруктово-овощного сырья, их влияние на качественные и технологические свойства крупяных полуфабрикатов с целью дальнейшей разработки технологии производства формованных крупяных полуфабрикатов высокой степени готовности, обогащенных белком, пищевыми волокнами, с низким содержанием соли и сахара.

Ключевые слова: крупяные полуфабрикаты, технология, процессы, фруктово-ягодное и овощное сырье, рецептурные составы, органолептические показатели, пищевая ценность.

**L. V. Yevtushevskaya, N. N. Petyushev, Yu. S. Usenya,
M. Yu. Ulozhinova, D. I. Homan**

*RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food»,
Minsk, Republic of Belarus*

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE PRODUCTION OF SEMI-FINISHED CEREALS

Abstract. The article presents the results of theoretical and experimental studies to determine the optimal parameters of the processes of thermal and low-temperature processing of cereals and fruit and vegetable raw materials, their impact on the qualitative and technological properties of semi-finished cereals in order to further develop the technology for the production of molded semi-finished cereals with a high degree of readiness, enriched with protein, dietary fiber, low in salt and sugar.

Keywords: semi-finished grain products, technology, technological processes, fruit, berry and vegetable raw materials, formulations, organoleptic characteristics, nutritional value.

Введение. Питание человека является важнейшим фактором, обеспечивающим нормальный рост и развитие человека, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни людей, повышению работоспособности и создает условия для адекватной адаптации к окружающей среде.

Что касается питания населения нашей страны, то у большинства, по оценке специалистов, выявлены нарушения полноценного питания, обусловленные как недостаточным потреблением пищевых веществ, так и нерациональным их соотношением. В этом аспекте не вызывает сомнений, что неотъемлемым атрибутом полноценного питания должны быть злаковые культуры и продукты их переработки (крупы).

Крупяные продукты являются важнейшим источником минеральных и витаминных соединений, а также пищевых волокон, естественно содержащихся в продукте в виде интактных комплексов, которые активизируются в толстом кишечнике лишь после гидролиза усвояемых нутриентов, что благоприятно влияет на организм человека.

Высокое качество готовых крупяных блюд можно сформировать за счет сбалансированного химического состава, высоких органолептических показателей, улучшения перевариваемости и усвояемости, сохранности при хранении.

На сегодняшний день актуальным является насыщение внутреннего рынка отечественными крупяными полуфабрикатами, обогащенными натуральными компонентами [1–5].

Цель работы — исследование способов и параметров термической обработки крупяного и фруктово-овощного сырья на изменение качественных характеристик быстрозамороженных крупяных полуфабрикатов высокой степени готовности, обогащенных белком, пищевыми волокнами, с низким содержанием соли и сахара.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований выбраны такие крупяные полуфабрикаты, как крупеники, запеканки, пудинги, манник и биточки, изготовленные на основе каш различной консистенции с добавлением ягод, фруктов, овощей и др. пищевых ингредиентов, обеспечивающих обогащение полуфабрикатов белком и пищевыми волокнами.

Набухаемость крупы определяли, измеряя объем набухшей крупы после ее смешивания с водой и набухания в течение 24 часов в состоянии покоя при комнатной температуре. Для этого навеску крупы массой 5 г при перемешивании перенесли в химический стакан, в который предварительно налили 80 см³ дистиллированной воды. Тщательно перемешали и довели общий объем водой до 100 см³.

Набухающую способность определяли отношением объема крупы в цилиндре после отстаивания (см³) к массе навески крупы (г). Набухаемость (H , см³/г) рассчитывали по формуле (1):

$$H = \frac{V}{m}, \quad (1)$$

где V — объем набухшей крупы, см³; m — масса навески крупы, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не превышало 5% [6].

Развариваемость круп определяли по ГОСТ 26312.2-84 — с момента погружения стакана с крупой в кипящую баню до окончания варки — до момента ее готовности (в минутах). Крупу перед определением развариваемости не мыли [7].

Сваренной считалась крупа совершенно мягкая, но не деформированная, которая при раздавливании между стеклами не имела мучнистых непроваренных частиц.

Коэффициент развариваемости определяли отношением объема каши (мл) к объему крупы взятой для варки.

Водосвязывающую способность (ВСС) определяли методом центрифугирования [6].

Для определения ВСС набухшую навеску крупы центрифугировали при 3000 мин⁻¹ в течение 15 мин. Надосадочную жидкость сливали и осадок взвешивали. ВСС (в %) определяли по формуле (2):

$$B = 100 \times \frac{(c - b)}{a}, \quad (2)$$

где c — масса центрифужной пробирки с набухшей крупой, г; b — масса центрифужной пробирки, г; a — навеска крупы, г.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований были определены основные функционально-технологические свойства сырья и полуфабрикатов, изучены изменения, происходящие в крупах при их подготовке и тепловой обработке.

В процессе исследований определен ассортимент крупяных полуфабрикатов, их характеристика и виды круп (табл. 1).

Крупяные изделия готовили из вязких и рассыпчатых каш (от 40% до 62% в составе рецептуры) с добавлением творога, орехов, сухофруктов (изюм, курага, чернослив, сушеная клюква), свежих фруктов и овощей (яблоки, морковь), ягод, семян (льна, Чиа) и семечек тыквы, что позволило повысить их пищевую ценность (с содержанием белка от 12 г до 17 г/100 г продукта, пищевых волокон более 3,0 г / 100 г продукта, соли не более 0,12 г/100 г, сахара не более 0,5 г/100 г) [8].

Процесс приготовления крупяных полуфабрикатов включал следующие операции: подготовка сырья; тепловая обработка сырья; смешивание рецептурных ингредиентов; формование; запекание; замораживание полуфабрикатов; разогрев до готовности.

Важными показателями, влияющими на качество крупяных изделий, являются влажность и консистенция каш для каждого вида крупы, набухаемость, развариваемость, влагоудержи-

вающая и влагосвязывающая способность сырья, органолептические показатели (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция).

Таблица 1. Характеристика крупяных продуктов
Table 1. Characteristics of cereal products

Вид продукта	Описание	Крупы
Крупеник	Крупеник — это запеканка из гречневой или полтавской крупы (целое или дробленое шлифованное зерно твердой пшеницы, без зародыша и частично без оболочек) с творогом и яйцом.	Гречневая
Запеканка (пудинг (англ.), лазанья (итал.), лапшевик (рус.))	Запеканка — это блюдо из измельченных пюреобразных продуктов и связывающего компонента, которое запекают в духовке, на пару, в мультиварке, микроволновке. Запеканки бывают сладкие, десертные, и закусочные. Закусочные запеканки делают из овощей, круп и макаронных изделий, в их состав входят мясо, мясной фарш, рыба, сыр.	Рисовая
Манник	Выпечка из манной крупы или муки, сахара, яиц и топленого масла, которая может быть приготовлена с различными добавками, такими как ваниль, какао порошок, орехи и кокосовая стружка.	Манная
Пудинг	Запеканка со взбитыми белками в формах.	Рисовая, пшеничная
Биточки	Готовят из охлажденной каши с добавками, формируют в виде круглых котлет, панируют в сухарях и обжаривают.	Ячневая, пшеничная, пшеничная

Замачивание и варка относятся к тем процессам, которые способны изменить структуру крупы и вызвать размягчение тканей. При взаимодействии крупы с водой она набухает, т.е. значительно увеличивается объем и масса продукта [9].

Способность крупы поглощать воду при замачивании объясняется гидрофильными свойствами содержимого клеток и клеточных стенок: белковых веществ, крахмала, пектиновых веществ, гемицеллюлозы, клетчатки [8–10]. Результаты исследований набухающей способности различных видов круп представлены на рисунке 1.

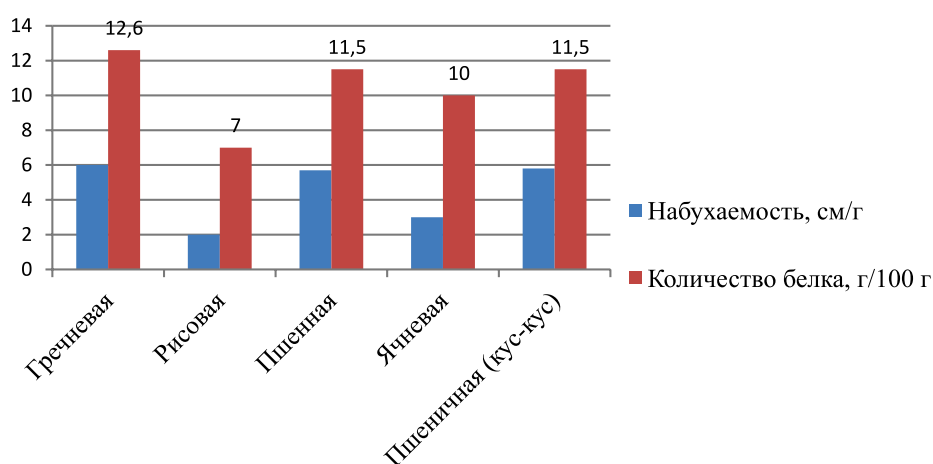


Рис. 1. Набухаемость различных видов круп
Fig. 1. Swelling of various types of cereals

Исходя из полученных данных (рис. 1) установлено, что поглощение влаги и ее продвижение внутрь зерен крупы в процессе замачивания протекает у разных видов круп неодинаково. Так, набухаемость круп варьирует от 2,0 до 6,0 см³, что обусловлено влиянием белка. Чем выше содержание белка, тем выше набухаемость. Кроме того, набухающая способность круп позволит снизить потери питательных веществ при использовании такого технологического приема как замачивание.

Тепловая обработка сырья и пищевых продуктов заключается в их нагреве с целью доведения до заданной степени готовности. В процессе тепловой обработки продукция обеззараживается и повышается ее усвояемость. Улучшение усвояемости продуктов, прошедших тепловую обработку, обусловлено следующими причинами:

- ♦ продукты размягчаются, легче разжевываются и смачиваются пищеварительными соками;
- ♦ белки при нагревании изменяются (денатурируют) и в таком виде легче перевариваются;
- ♦ крахмал превращается в клейстер и легче усваивается;
- ♦ образуются новые вкусовые и ароматические вещества, возбуждающие аппетит и, следовательно, повышающие усвояемость;
- ♦ теряют активность содержащиеся в некоторых сырых продуктах антиферменты, тормозящие процесс пищеварения [9,10].

Проведены исследования по определению развариваемости круп (табл. 2).

Таблица 2. Развариваемость круп
Table 2. Digestibility of cereals

Вид продукта	Содержание крахмала, %	Развариваемость, мин	Коэффициент развариваемости
Гречневая крупа	60,7	24	4,6
Ячневая крупа	65,2	35	4,8
Манная крупа	67,4	7	4,8
Рисовая крупа	70,7	25	5,0
Крупа пшено	64,8	29	4,7
Пшеничная крупа (кус)	68,5	5	4,9

На основании полученных данных представленных в таблице 2 установлено, что коэффициент развариваемости различных видов круп составил от 4,6 до 5,0, что обусловлено содержанием крахмала в крупе. Так, чем выше содержание крахмала, тем выше коэффициент развариваемости. Определено, что время развариваемости круп зависит от их сортовых особенностей и способов их обработки. Так, развариваемость манной крупы и кус-кус меньше, чем у остальных видов круп, за счет того они имеют наименьшие размеры частиц, а, следовательно, наибольшую дисперсность и удельную поверхность.

Показатель ВСС (водосвязывающая способность) характеризует то количество влаги, которое способно связать крупы в процентном соотношении к собственной массе. Водосвязывающая способность (ВСС) определяет свойства каш на различных стадиях технологической обработки и влияет на влагоудерживающую способность готовых продуктов, их качество и выход, влияет на органолептические показатели (внешний вид, консистенция), синерезис (самопроизвольное уменьшение объема продукта в процессе хранения, сопровождающееся выделением жидкой фазы либо к повышению величины потерь массы продукта при хранении), величину выхода продукта, сроки годности [8-10].

В лабораторных условиях проведены исследования по определению водосвязывающей способности различных видов круп. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

Анализ полученных данных, представленных на рисунке 2, показал, что при термической обработке наибольшей водосвязывающей способностью обладают рисовая крупа и крупа пшено (70,4 % и 71,3 % соответственно).

Для проведения дальнейших исследований проводили подготовку крупы. Пшено и рисовую крупы сначала промывали теплой (40 °С), а затем горячей (60-70 °С) водой, ячневую и гречневую крупы — только теплой водой (2-3 л воды на 1 кг крупы). Промывали крупы 2 раза, каждый раз меняя воду. Не промывали манную крупу.

В результате промывки круп было установлено, что в крупах остается от 15 % до 30% воды (по отношению к массе крупы до промывки). Данный факт учитывали при дальнейшей тепловой обработке крупы.

Так как для получения крупяных изделий используют каши различной консистенции (запеканки готовят на основе вязких или рассыпчатых каш, пудинги и крупеники на основе рассыпчатых каш, котлеты и биточки на основе густой вязкой каши) проведены исследования по получению каш необходимой консистенции и влажности для каждого вида крупы с использованием процесса варки. Полученные результаты представлены в таблице 3.

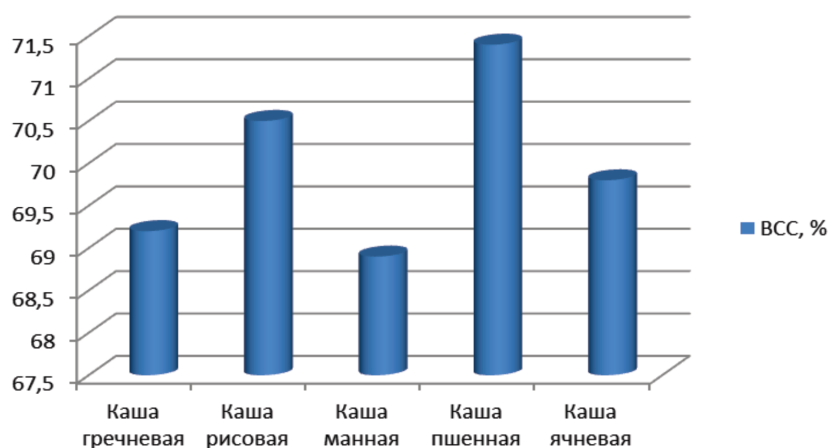


Рис. 2. Функционально-технологические свойства круп при варке
Fig. 2. Functional and technological properties cereals during cooking

В связи с тем, что планируется получение порционных крупяных полуфабрикатов высокой степени готовности, то определены порции каждого вида изделий: для запеканки, крупеника — 260 г, пудинга — 230 г, биточков — 280 г.

Таким образом, на основании полученных данных, представленных в таблице 3, в зависимости от вида крупы и необходимой консистенции каши установлен привар для различных видов круп (от 110% до 350%), влажность каши (от 60% до 81%), выход готовой каши (от 210 до 450 г). Установлено, что на консистенцию каши влияют количество жидкости и белка.

Таблица 3. Характеристика каш после варки
Table 3. Characteristics of porridges after cooking

Вид крупы	Количество жидкости, мл на 100 г крупы	Привар, %	Количество белка/крахмала, г/100 г	Консистенция каши	Влажность каши, %	Выход готовой каши, г	Порция готового изделия, г
Ячневая (биточки)	360	350	10,0/65,2	Вязкая	81	450	280
Гречневая (крупеник)	165	110	12,6/60,7	Рассыпчатая	60	210	260
Манная (манник)	360	350	10,3/67,4	Вязкая	81	450	260
Рисовая (запеканка)	360 210	350 180	7,0/70,7	Вязкая Рассыпчатая	81 70	450 280	260
Крупа пшено (пудинг)	180	150	11,5/64,8	Рассыпчатая	66	250	230

В результате исследований определено, что при тепловой обработке (варке) крупы претерпевают ряд изменений их физико-химических свойств, что приводит к размягчению структуры зерен крупы, изменению их консистенции и массы.

В процессе варки под действием проникающей влаги и температуры происходит деструкция клеточных стенок и разрыхление структуры эндосперма за счет набухания и клейстеризации крахмала. Увеличение массы круп происходит в основном за счет обводнения крахмальных зерен и белка эндоспермы крупяных зерен.

При замачивании и в начале нагревания белки круп, поглощая воду, набухают. При дальнейшей варке, по мере повышения температуры, происходит перераспределение влаги внутри зерен. Белки в процессе варки денатурируют (свертываются), а поглощенная ими при замачивании вода выpressовывается и поглощается клейстеризующимся крахмалом. При клейстеризации поглощается воды от 150 (гречневая крупа) до 300% (манная, рисовая) массы крахмала.

Скорость перераспределения влаги у различных круп разная, что зависит от физико-химических свойств зерна. При клейстеризации крахмала вместе с водой поглощаются и водорастворимые вещества, что способствует лучшему усвоению блюд из круп. При этом, чем выше влажность каши, тем больше растворимых пищевых веществ она содержит [5,9,10].

Определяли влияние процесса замачивания на время варки различных видов круп. В результате анализа полученных данных, определено, что время замачивания различных видов круп (т.е. время полного насыщения крупы водой) составило от 30 до 120 мин.

Кроме того установлено, что в результате применения замачивания крупы сокращено время варки на 30%, в связи с тем, что вода разрыхляет клеточную структуру крупы.

После варки крупяные каши охлаждали до температуры 60°C–70°C смешивали с предварительно подготовленными компонентами, согласно ранее разработанных рецептурных составов, формовали, запекали в параконвектомате и замораживали.

Проведены исследования по влиянию условий замораживания (шоковая заморозка и заморозка в холодильной камере), толщины изделий на изменение качественных показателей и продолжительность низкотемпературной обработки крупяных полуфабрикатов [11].

В результате исследований установлено, что для изделий с толщиной слоя 2,5–3,0 см время шоковой заморозки составило 20 мин, холодильной заморозки — 2,5 ч. Утрата массы крупяных изделий за счет потери влаги после размораживания при шоковой заморозке составила 0,2–0,3%, при замораживании в холодильных камерах — 1–3%. Это связано с тем, что при шоковой заморозке значительно выше скорость замораживания, кристаллы льда значительно меньше по размеру, что положительно влияет на внешний вид продукта и пищевую ценность продукта.

Заключение. В лабораторных условиях проведен ряд исследований по получению таких крупяных полуфабрикатов, как крупеники, запеканки, пудинги, манник и биточки. Изучены и исследованы функционально-технологические свойства (физико-химические, структурно-механические и органолептические) крупяных полуфабрикатов в процессе подготовки сырья, его тепловой и низкотемпературной обработки, установлено влияние условий замораживания (шоковая заморозка и заморозка в холодильной камере), толщины изделий на продолжительность замораживания, массу и внешний вид продукта, что позволит разработать научно-обоснованную технологию получения крупяных полуфабрикатов высокой степени готовности, обогащенных белком, пищевыми волокнами, с низким содержанием соли и сахара.

Список использованных источников

1. Скурихин, И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. — М.: ДеЛи принт, 2007. — С. 276.
2. Ковалев, Н. И. Новое о пищевой ценности крупяных блюд / Н. И. Ковалев, Е. В. Зачиняева // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 1997. — № 4-5 — С 28-30.
3. Бачурская, Л. Д. Пищевые концентраты / Л. Д. Бачурская, В. Н. Гуляев // М.: Пищевая промышленность, 1976. — С. 329.
4. Колесникова, Н. В. Научные принципы конструирования комбинированных продуктов питания : метод. указ. / Н. В. Колесникова, С. Ю. Лескова, И. В. Брянская. — Улан — Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005. — С. 45.
5. Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев. — СПб.: ГИОРД, 2007 — С. 634.
6. Остриков, А. Н. Коэкструзионные продукты: новые подходы и перспективы / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, И. Ю. Соколов ; под ред. А. Н. Острикова. — М. : ДеЛи принт, 2009. — С. 232.
7. Крупа. Метод определения органолептических показателей развариваемости гречневой крупы и овсяных хлопьев: ГОСТ 26312.2-84. — Введ. 01.01.1986. — Минск: Госстандарт: Белорус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 2011. — С. 12.
8. Урубков, С. А. Разработка рецептур каш и крупяных продуктов для диетического профилактического питания / С. А. Урубков, А. А. Королев, С. О. Смирнов // Техника и технология пищевых производств. — 2022. — Т. 52. — № 3. — С. 536–544. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2380>.
9. Де-Соуза Л. Д. К. Совершенствование технологии тепловой обработки предварительно вакуумированных пищевых систем на основе круп, овощей и мяса птицы: автореф дис. ... канд. техн. наук / Воронеж. гос. ун-т инж. технологий. — Воронеж, 2013. — С. 22.
10. Ханнин, В. П. Исследование физико-механических свойств пищевых продуктов: методические указания по курсу физико-механические свойства пищевых продуктов / В. П. Ханнин, В. П. Попов, С. В. Антимонов, М. Ю. Шрейдер / — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. — С. 40.

11. Рощина, Е. В. Шоковая заморозка булочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья на предприятиях общественного питания / Е. В. Рощина, Р. З. Григорьева, С. Ю. Баранец [и др.] // Техника и технология пищевых производств. — 2020. — Т. 50, № 3. — С. 439–449. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-439-449>.

Информация об авторах

Евтушевская Людмила Владимировна, кандидат технических наук, начальник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: olishenia@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

Петюшев Николай Николаевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: petushev@belproduct.com

Усеня Юлия Сергеевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник — заместитель начальника отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: Yulia1484@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

Уложинова Марина Юрьевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: ml0510@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

Гоман Дмитрий Иосифович, научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: potato@belproduct.com

Information about authors

Yevtushevskaya Liudmila Vladimirovna, PhD (Engineering), head of Department of the technology of tuberous root products, RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: olishenia@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

Petyushev Nikolay Nikolaevich, PhD (Engineering), Leading Researcher of the department of technology for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: petushev@belproduct.com

Usenia Yuliya Sergeevna, PhD (Engineering), Senior researcher, deputy head of Department of the technology of tuberous root products RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: Yulia1484@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

Ulozhinova Marina Yuryevna, Senior PhD (Engineering), researcher of Department of the technology of tuberous root products, RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ml0510@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

Homan Dmitry Josephovich, researcher of Department of the technology of tuberous root products, RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: potato@belproduct.com