

УДК 664.22:665.1

Поступила в редакцию 14.02.24  
Received 14.02.24

Н. Н. Петюшев, Л. В. Евтушевская, Ю. С. Усеня, М. Ю. Уложинова,  
Д. И. Гоман, Ю. А. Шимановская

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

### **ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НИЗКОБЕЛКОВЫХ БЕЗГЛУТЕНОВЫХ СНЕКОВ СО СНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА**

**Аннотация.** Ограниченный ассортимент продукции для питания людей, больных фенилкетонурией и целиакией, позволяет расширять рынок новыми продуктами. Одним из направлений создания новых специализированных продуктов было создание продуктов для быстрого перекуса, снеков, которые пользуются большой популярностью и неизменным спросом у молодежи. Однако кроме проблемы создания продукта, удовлетворяющего требованиям к низкобелковым безглютеновым продуктам, существует проблема высокого содержания жира в снеках. При традиционной технологии производства снеков содержание жира составляет до 45-50%. Применение комплекса мер позволило снизить содержание жира в снеках до 25%.

**Ключевые слова:** снеки, пеллеты, низкобелковые продукты, фенилкетонурия, безглютеновые продукты, целиакия, переработка картофеля, обжаренные продукты, фритюр, снижение жира.

N. N. Petyushev, L. V. Evtushevskaya, Yu. S. Usenya, M. Yu. Ulozhinova,  
D. I. Goman, Yu. A. Shimanovskaya

*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

### **FEATURES OF TECHNOLOGY FOR PRODUCTION OF LOW-PROTEIN GLUTEN-FREE SNACKS WITH REDUCED FAT CONTENT**

**Abstract.** The limited range of products for nutrition of people with phenylketonuria and celiac disease allows us to expand the market with new products. One of the directions for creating new specialized products was the creation of products for quick snacks, which are very popular and in constant demand among young people. However, in addition to the problem of creating a product that meets the requirements for low protein gluten-free products, there is the problem of high fat content in snacks. With traditional snack production technology, the fat content is up to 45-50%. The use of a set of measures made it possible to reduce the fat content in snacks to 25%.

**Key words:** snacks, pellets, low protein products, phenylketonuria, gluten-free products, celiac disease, potato processing, fried foods, deep frying, fat reduction.

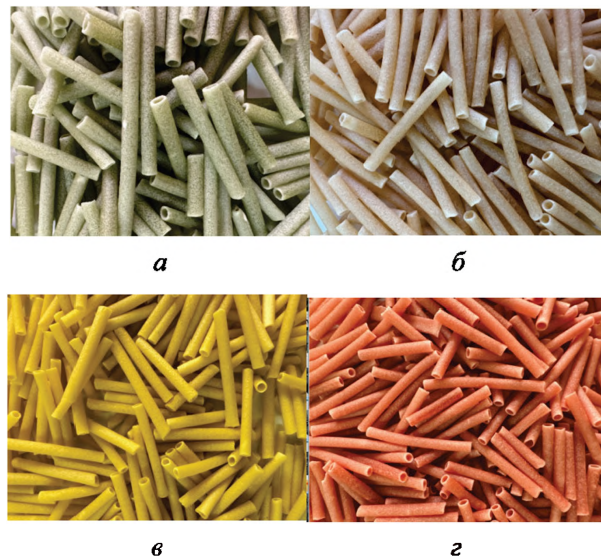
**Введение.** Перед пищевой промышленностью стоит задача обеспечения населения качественными продуктами питания. Особое внимание необходимо уделять производству низкобелковых продуктов питания, употребление которых является единственным способом поддержания нормальной жизнедеятельности.

На рынке широко представлена такая продукция, как чипсы, которые пользуются большой популярностью и неизменным спросом. Доля продуктов быстрого приготовления и снеков увеличивается. Основными критериями, предъявляемыми к снекам потребителями, являются удобство их употребления, привлекательный внешний вид и структура, легкость регулирования размера порции. Возможность регулирования рецептурного состава снеков позволяет создать продукт низкобелковый, подходящий для употребления людям, ольным

фенилкетонурией. Однако, как и продукция «фаст-фуд», чипсы и снеки в большинстве случаев вырабатываются во фритюре. Употребление большого количества жира способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний, избыточной массы тела, ожирению и других болезней. [1, 2].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработан полуфабрикат для изготовления снеков (рис. 1):

- ♦ продукт картофельный низкобелковый для быстрой обжарки со шпинатом;
- ♦ продукт картофельный низкобелковый для быстрой обжарки с луком;
- ♦ продукт картофельный низкобелковый для быстрой обжарки с луком и куркумой;
- ♦ продукт картофельный низкобелковый для быстрой обжарки с паприкой.



а — со шпинатом, б — с луком, в — с луком и куркумой, г — с паприкой.

Рис. 1. Внешний вид пеллет

Fig. 1. Appearance of pellets

Дальнейшее обжаривание позволяет получить готовый к употреблению продукт — снеки. Обжарка по традиционной технологии приводит к получению продукта с массовой долей жира 40-50 %. Данный показатель является достаточно высоким, что негативно будет сказано на здоровье.

Согласно современной теории обжарки масло впитывается в продукт на следующих этапах:

1. При замещении воды, когда влага из продукта превращается в пар и замещается жиром через поры и щели.

2. На фазе охлаждения, когда продукт извлечен из ванны, происходит конденсация водяного пара, снижение внутреннего давления, жир с поверхности продукта всасывается из-за вакуумного эффекта.

3. За счет поверхностно-активных веществ (ПАВ). Испарение влаги и высокие температуры приводят к расщеплению связей между глицерином и жирными кислотами и к формированию ПАВ которые увеличивают пенообразование жира, происходит увеличение контакта между жиром и продуктом и увеличивается поглощение жира. Нужно выбирать жир, который пенится меньше.

Способы уменьшения поглощения фритюрного масла продуктом разрабатываются в мировой практике более 40 лет и направлены либо на изменение условий процесса обжаривания и, в конечном итоге, на совершенствование обжарочного оборудования, либо на создание барьеров на пути проникновения жира, путем предварительной обработки продуктов перед обжаркой.

Проведен анализ изменения различных условий обжаривания:

1. СВЧ досушка. Сначала выполняется обычная обжарка в масле при температуре 160-180°C до влажности 10-12%, затем конечная досушка (обжаривание) в микроволновой печи

до влажности 2-3 % в течении 1 мин в атмосфере инертного газа, чтобы избежать окисления масла. В этом случае снижается поглощение масла продуктом на 5 %.

Данный способ актуален в том случае, когда небольшое количество пеллет, равномерно уложены, иначе происходит неравномерная досушка, при которой часть продукта подгорает. В производственных масштабах данный способ неактуален.

2. Запатентованная технология фирмы Фрито-лей (чипсы Лейс).

Обжарка начинается при температуре 160 °С, затем в течение 3-5 мин. температуру понижают до 100-130 °С, потом температуру 130 °С в зоне нахождения лепестков продукта поддерживают 3 минуты, и после повышают до 160-170 °С и дожаривают до готовности. Содержание масла в продукте при такой технологии составляет 20-23 %.

При данных параметрах в пеллетах на основе крахмала при конечном дожаривании продукт начинал гореть. Данная технология не является актуальной для картофелепродуктов на основе крахмала.

3. Применяется также досушка горячим воздухом, который одновременно удаляет избыточное масло. На рис. 2 представлен автономный электрический генератор перегретого пара, на котором выполнялась досушка горячим воздухом.



Рис. 2. Автономный электрический генератор перегретого пара  
Fig. 2. Autonomous electric superheated steam generator

При данном методе горячий воздух усиливает окисление масла и сокращает срок годности продукта. Кроме того, при данном методе пеллеты подгорают. Избыточное масло удаляется незначительно: в среднем, на 3-4 %.

Ни один известный метод не позволяет значительно снизить количество жира. В связи с этим принято решение о введении комплекса мер, позволяющих внести изменения на различных этапах производства снеков-пеллет.

В связи с тем, что при замещении воды, когда влага из продукта превращается в пар и замещается жиром через поры и щели, необходимо уменьшать влажность до минимальных значений, при которых не нарушается технологический процесс. При традиционной технологии влажность пеллет составляет 12 %. Проведены исследования постепенного уменьшения влажности пеллет на структурные свойства. Для этого было увеличено время сушки. Минимальное значение влажности, при котором пеллеты пригодны для дальнейшего производства составило 8 %.

Для уменьшения времени нахождения пеллет в масле при обжарке возможно уменьшение толщины пеллет. Для данной теории были использованы различные формы изделий. Наименьшей толщиной обладали матрицы для изготовления снеков в форме трубочек. Толщина отверстий матрицы составляет 0,5-0,7 мм.

Проведены исследования по уменьшению температуры обжарки снеков-пеллет, что позволит снизить скорость проникновения жира внутрь продукта. Проведены испытания при следующих температурах обжарки: 140°C, 150°C, 160°C, 170°C, 180°C. При температуре 150°C продукт взрывается неравномерно, присутствуют невзорванные пеллеты. При 160°C - весь продукт обжаривается равномерно, увеличение температуры не требуется.

Следующий этап исследований - уменьшение времени обжарки. Время обжарки пеллет 9 секунд при традиционной технологии излишнее, благодаря применению вышеуказанных мер. Проведены замеры времени, при котором пеллеты начинают процесс взрыва. Минимальное время начала процесса — 4 секунды. Однако для гарантированного результата принято решение об обжарке в течение 5 секунд.

Для удаления излишков жира принято решение о дополнительной обработке горячим воздухом.

Заключение. В результате исследований приняты следующие изменения в технологии производства низкобелковых безглютеновых продуктов, которые позволят снизить количество жира в готовом продукте до 25%:

- ♦ дополнительное время сушки для уменьшения влажности пеллет до 8 %;
- ♦ уменьшение толщины пеллет;
- ♦ обжарка при температуре 160°C;
- ♦ уменьшение времени обжарки с 9 сек до 5 сек;
- ♦ обработка горячим воздухом.

#### Список использованных источников

1. *Борисова, С. В.* Использование комплексных пищевых смесей в производстве снеков / С. В. Борисова, М. М. Гизатуллина, З. Ш. Мингалеева // Вестник Казанского технологического университета. — 2013. — №13. — С. 162-164.
2. Aksenova O.I., Alekseev G.V., Krivopustov V.V., Yakovlev P.C., Lobacheva N.N., Derkanosova A.A. From traditional recipes to biologically complete food products: review on snacks extrusion. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017, no. 13, pp. 349-353.
3. *Уложинова, М. Ю.* Разработка новых видов низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов со сниженным содержанием жира / М. Ю. Уложинова // Молодежь в науке — 2023 : тезисы докладов XX Международной научной конференции молодых ученых (Минск, 20–22 сентября 2023 г.) : аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусства, медицинские, физико-математические, физико-технические, химия и науки о Земле / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. — Минск : Беларуская навука, 2023. — С. 83-85.
4. *Воронович, С.А.* Проблемные вопросы заболеваемости фенилкетонурией / Воронович С. А., Яценко Д. С., Борсук С. В. // Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет». — 2019. — С. 21–23.
5. *Петюшев, Н.Н.* Компонентный состав низкобелковых продуктов питания для детей, страдающих фенилкетонурией / Н.Н. Петюшев, А.В. Садовская, Ю.С. Усея // Наука, питание и здоровье : материалы II Международного конгресса (Минск, 3-4 октября 2019 г.). — Минск : Беларуская навука, 2019. — С. 179–184.
6. *Моргунова, Е.М.* Потребительские предпочтения в отношении специализированных продуктов питания / Е.М. Моргунова, Ю.А. Шимановская // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — №3 (57). — С. 40-46.
7. *Шоломицкая, И.А.* Глютеновая энтеропатия : учеб.-метод. пособие / И. А. Шоломицкая, Н. В. Капранов. — Минск : БГМУ, 2010. — 18 с.
8. Rostom A., Murray J.A., Kagnoff M.F. American Gastroenterological Association (AGA) Institute technical review on the diagnosis and management of celiac disease. Gastroenterology. 2006; 131: 1981-2002.
9. Dawood F.H., Jabbar A.A., Al-Mudaris A.F., Al-Hasani M.H. Association of HLA antigens with coeliac disease among Iraqi children. Tissue Antigens. 1981; 18:35-39.
10. Erkan T., Kutlu T., Yilmaz E. et al. Human leukocyte antigens in Turkish pediatric celiac patients. Turk. J. Pediatr. 1999; 41: 181-188.
11. Jabbar A.A. HLA and disease associations in Iraq. Dis. Markers. 1993; 11:161-170.
12. Gujral N., Freeman H.J., Thomson A.B.R. Celiac disease: prevalence, diagnosis, pathogenesis and treatment. World J. Gastroenterol. 2012; 18 (42): 6036-6059.
13. Sapone A., Bai J.C., Ciacci C. et al. Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. BMC Medicine. 2012; 10: 13.
14. *Ловкис, З. В.* Технология и аппараты низкобелковых продуктов питания = Technology and devices for low-protein food / З. В. Ловкис, А. И. Григель // Наука, питание и здоровье : [материалы III Междуна-

родного конгресса, Минск, 24-25 июня 2021 г.] : сборник научных трудов. В 2 ч. Ч. 1. - Минск : Беларуская навука, 2021. - С. 153-160.

15. Аксенова, О.И. Исследование процесса получения экструдированных снежков на основе картофеля / О.И. Аксенова, Г.В. Алексеев, И.С. Сырокоренский // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». — 2019. — №4. — С. 8-14.

#### Информация об авторах

*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

*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

*Усень 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

*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

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

E-mail: goman1191@gmail.com

*Шимановская Юлия Александровна*, младший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru

#### Information about authors

*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

*Evtushevskaya Lyudmila Vladimirovna*, PhD (Engineering), head of the department of technologies 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: olishenia@mail.ru

*Usenya Yulia Sergeevna*, PhD (Engineering), senior researcher - deputy head of the department of technologies 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: yulia1484@mail.ru

*Ulozhinova Marina Yurievna*, PhD (Engineering), senior researcher of the technology department for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ml0510@mail.ru

*Goman Dmitry Iosifovich*, research associate of the technology department for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: goman1191@gmail.com

*Shimanovskaya Yulia Aleksandrovna*, junior researcher associate of the technology department for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru