

В последние десятилетия возрастает интерес к экструзии в контексте повышения качества и безопасности продуктов питания. Процесс переработки зернового сырья при помощи экструдера широко применяется в пищевой промышленности для создания различных продуктов. Технология позволяет сохранить полезные свойства злаковых культур благодаря именно кратковременному воздействию на них высокой температуры и давления. Среди экструзионных изделий особое место занимают кукурузные палочки: этот перекус популярен не только благодаря хрустящей текстуре и разнообразию вкусов, но и из-за возможности включения в рецептуру кукурузной муки в качестве альтернативного источника углеводов. В состав входят компоненты, являющиеся ценным источником пищевых волокон и используемые в диетическом и диабетическом питании (кукурузная и рисовая крупа, гречневая и пшеничная мука и др.). Исследования подтверждают, что через изменение параметров экструзии можно значительно изменять текстуру, вкус и питательную ценность кукурузных палочек, что важно для соответствия современным требованиям потребителя.



Людмила Евтушевская, начальник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов НПЦ НАН Беларуси по продовольствию, кандидат технических наук



Юлия Усеня, старший научный сотрудник – заместитель начальника отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов НПЦ НАН Беларуси по продовольствию, кандидат технических наук



Марина Уложина, старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов НПЦ НАН Беларуси по продовольствию, кандидат технических наук

ЭКСТРУЗИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ: ТЕНДЕНЦИИ И ИННОВАЦИИ

Востребованность функциональных продуктов на рынке растет, поскольку все больше людей стремятся к здоровому питанию. Кукурузные палочки, будучи универсальным продуктом, могут быть адаптированы под эти ожидания с помощью инновационных технологий и новых ингредиентов, в состоянии как удовлетворять различные вкусовые предпочтения, так и предоставлять дополнительные выгоды для здоровья. Это не только отвечает текущим трендам, но и способно изменить восприятие кукурузных закусок среди потребителей, позиционируя их как функциональные и полезные продукты. Основные направления разработки новых их видов направлены на:

- уменьшение содержания сахара, что позволяет создать более полезные варианты изделий, способствуя улучшению их питательной ценности;
- обогащение: внесение полезных добавок: белков (например, из бобовых), волокон, витаминов и минералов для поддержания здоровья суставов, иммунной системы и др.;
- создание новых вкусов и текстур: эксперименты со специями и даже суперфудами (спирулина, семена чиа) могут привести к инновационным решениям, обеспечивающим разнообразие и привлекающим потребителей.

Сотрудники НПЦ НАН Беларуси по продовольствию ведут активную работу по созданию новых видов сухих завтраков.

За последние два десятилетия были накоплены данные, указывающие на важную роль полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в нормальном развитии и поддержании баланса между физиологическими и патологическими процессами в организме. Особое внимание уделено высокомолекулярным ПНЖК (омега-3 и омега-6). Адекватный уровень потребления омега-3 – 2 г в сутки. При наличии в 100 г продукта 0,2 г омега-3 он считается источником данного полезного элемента. Для обогащения кукурузных палочек был исследован жирнокислотный состав клетчатки, производимой из жмыха льна, проанализирован ее физико-химический и витаминно-минеральный состав, пищевая ценность. В этом натуральном растительном продукте высоко содержание омега-3 ПНЖК – 48% от массовой доли жира, а также белка, пищевых волокон, микроэлементов (рис. 1).

Изучение научно-технической и нормативной технологической документации на производство пищевого концентрата подтвердило возможность применения порошка клетчатки льняной в качестве физиологически функционального ингредиента. Изучено ее влияние на технологические свойства и режимы изготовления сухих завтраков, определена массовая доля каждого вида сырья для обеспечения минимальной энергетической ценности (наличие в 100 г продукта 0,2 г и более омега-3 ПНЖК) (рис. 2).

Отмечено взаимное воздействие изучаемых технологических режимов на плотность кукурузных палочек. Получено уравнение регрессии, адекватно описывающее влияние параметров влажности исходной смеси (φ, %), температуры в предматричной зоне экструдера (Т, °С), частоты

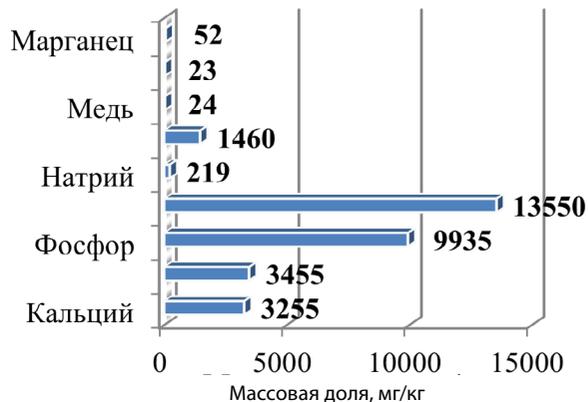
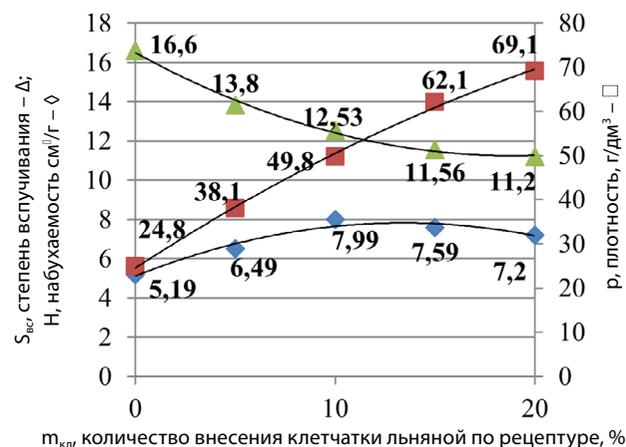


Рис. 1. Содержание макро- и микроэлементов в клетчатке льняной



$$S_{вс} = 0,0148 m_{кл}^2 - 0,5568 m_{кл} + 16,486; R^2 = 0,9938$$

$$H = -0,0151 m_{кл}^2 + 0,4041 m_{кл} + 5,1137; R^2 = 0,9519$$

$$\rho = -0,0343 m_{кл}^2 + 2,9377 m_{кл} + 24,546; R^2 = 0,9982$$

Рис. 2. Влияние введения клетчатки льняной на степень вспучивания, набухаемость и плотность

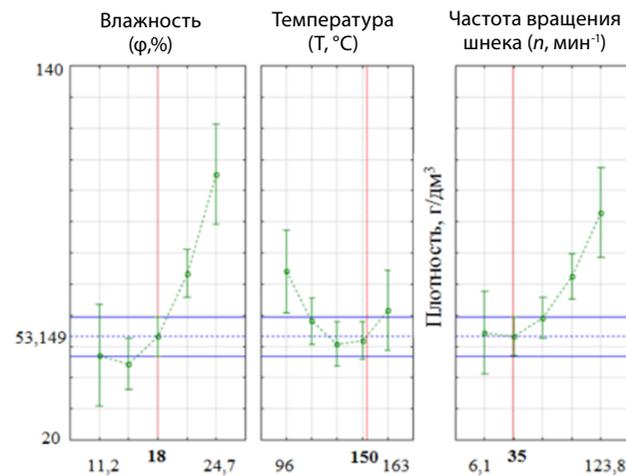


Рис. 3. Влияние факторов экструзии на плотность экструдата

вращения шнеков (n , мин^{-1}) на показатель качества готового продукта плотность (ρ , г/дм^3) палочек кукурузных:

$$\rho = 0,7358 + 0,0013 \varphi + 2 + 0,0165T^2 + 0,0365n^2. \quad (1)$$

Влияние факторов экструзии на плотность экструдата представлено на *рис. 3*.

Установлено, что минимальное значение плотности имеет продукт, изготовленный из смеси влажностью 18–18,5% при следующих режимах работы экструдера: частота вращения шнека 35–40 мин^{-1} , температура в предматричной зоне 145–150 °С.

Проведены доклинические исследования морфологических и биохимических показателей лабораторных животных, которым скармливали кукурузные палочки с льняной клетчаткой. Отмечено, что их употребление способствует нормальной работе пищеварительной системы, повышает сопротивляемость организма стрессу, стабилизирует уровень сахара в крови, нормализует обменные процессы, оказывает иммуномодулирующий эффект, который выразился в коррекции состояния иммунной системы испытуемых особей за счет повышения содержания иммуноглобулинов IgM и IgG в сыворотке крови.

Доказано, что палочки кукурузные с клетчаткой льняной имеют богатый минеральный состав: содержат кальций, магний, фосфор, калий, марганец, железо, медь, цинк, а также витамины С, В₂, В₆. Полученные результаты применены и внедрены на ОАО «Лидские пищевые концентраты».

Еще одна разработка ученых нашего Центра – сухие завтраки с семенами льна, глазированные натуральными концентрированными соками, была инициирована и обусловлена отсутствием в школьных буфетах и на отечественном рынке экструдированных изделий с оптимизированной пищевой

ценностью в соответствии с требованиями к продуктам питания для детей дошкольного и школьного возраста. Научно-исследовательские и опытно-технологические работы проведены в рамках ОНТП «Детское питание. Качество и безопасность».

В соответствии с требованиями Санитарных норм и правил «Требования для учреждений общего среднего образования», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27.12.2012 г. №206, ассортимент школьных буфетов определен с позиций профилактики микронутриентной недостаточности у детей. Одна из групп продуктов, разрешенных к реализации в школах, – сухие завтраки. Однако большинство образцов отечественного производства имеют высокое содержание углеводов (содержат в основном сахар и кукурузную крупу), превышающее допустимые значения установленных норм для дошкольников и школьников. Это требует пересмотра сырьевой базы, ингредиентного состава и разработки технологии, позволяющей создать новые виды экструдированных продуктов, не содержащих сахар, с заданными показателями пищевой ценности и безопасности, сбалансированных по нутриентному составу и соответствующих индивидуальным потребностям ребенка на разных стадиях развития. Перспективный сырьевой ресурс для ассортимента сухих завтраков, предназначенных детям, – злаковые культуры и крупы, используемые в диетическом и диабетическом питании (рис, гречневая и кукурузная крупа), фруктовые, ягодные и овощные порошки, семена льна, натуральные концентрированные фруктовые соки. Их применение позволяет обогатить рацион пищевыми волокнами, белком, витаминами и минералами, полиненасыщенными жирными кислотами.

Получено 5 рецептур сухих завтраков на основе натурального фруктового, ягодного, овощного сырья (концентрированные фруктово-ягодные соки,



Рис. 4. Палочки кукурузные с клетчаткой льняной



Рис. 5. Внешний вид образцов сухих завтраков для детей дошкольного и школьного возраста



Рис. 6. Шарики мультизерновые с семенами льна, глазированные яблочным соком

порошки сушеных тыквы и яблока), семян льна. Они соответствуют требованиям нормативных актов Республики Беларусь, утверждены и согласованы с Министерством здравоохранения, в том числе и в части маркировки рецептуры «Для питания детей дошкольного и школьного возраста».

Анализ результатов математического моделирования составов новых видов сухих завтраков показал, что введение в рецептуру таких ингредиентов, как соки натуральные концентрированные (яблочный, грушевый), порошки овощные (тыква, морковь), семя льняное, позволяет на 10% снизить энергетическую ценность продукции по сравнению с аналогичной, выпускаемой по традиционной схеме (калорийность хлопьев кукурузных «Золотистые» глазированные производства Кондитерской фабрики «Витьба» – 360 ккал); повысить ее пищевую ценность путем обогащения белком и омега-3 ПНЖК.

Разработанные сухие завтраки способствуют нормализации обменных процессов в организме, регуляции липидного и углеводного обмена, обладают иммуномодулирующим эффектом, что подтверждают доклинические исследования; содержат до 10 граммов белка (до 20% от суточной нормы для детей дошкольного возраста и до 17% – для школьного); имеют низкое содержание соли, а сахар – только природного происхождения.

«Шарики мультизерновые с семенами льна, глазированные яблочным соком» (содержат марганец, кальций, фосфор, магний, железо, калий, цинк, витамины B₅ (пантотеновая кислота), B₂ (рибофлавин), E, PP (ниацин), B₆, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, много пищевых волокон), влияющие на нормализацию обмена веществ, повышение работоспособности, укрепление защитных функций организма, соответствуют допустимым значениям установленных норм по показателям качества и безопасности и рекомендованы к употреблению как профилактический продукт для детей дошкольного и школьного возраста, а также всех групп населения.

Впервые в Республике Беларусь разработана технология и ассортимент сухих завтраков, обогащенных натуральным фруктовым, ягодным, овощным сырьем и семенами льна, соответствующих современным требованиям, предъявляемым к продуктам для детей (рис. 4, 5). На «Витьбе» выпускаются «Шарики мультизерновые с семенами льна, глазированные яблочным соком» (рис. 6).

Правильное питание с детства закладывает основы здорового образа жизни и формирует

предпочтения в еде. Важно, чтобы продукты были не только вкусными, но и полезными, способствующими укреплению здоровья. Новые виды кукурузных палочек, обогащенные питательными веществами и соответствующие современным диетическим требованиям, играют ключевую роль в этом процессе. Подобные продукты могут стать вкусной и привлекательной альтернативой вредным закускам, помогая развитию полезных привычек у детей и подростков. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: Санитарные нормы и правила, утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 №180 // <https://minzdrav.gov.by>.
2. Ребров В.Г. Витамины, макро- и микроэлементы / В.Г. Ребров, О.А. Громова. – М., 2008.
3. Разработать и внедрить новые виды пищевых концентратов (сухих завтраков) с использованием функциональных пищевых ингредиентов (лактолозы, пищевых волокон, сахарозаменителей, микроэлементов): отчет о НИОТР (заключ.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; науч. рук. Н.Н. Петюшев. – М., 2015. №ГР 20143535.
4. Исследование процесса термопластической обработки поликомпонентных смесей крахмалосодержащего сырья для получения новых видов экструдированных продуктов с высокой пищевой ценностью: отчет о НИОТР (заключ.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; науч. рук. З.В. Ловкис. – М., 2018. №ГР 20170739.
5. Скурихин И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М., 2007.
6. Конь И.Я. ω-3 полиненасыщенные жирные кислоты в профилактике и лечении болезней детей и взрослых / И.Я. Конь, Н.М. Шилина, С.Б. Вольфсон // Лечащий врач. 2006, №4. С. 55–60.
7. Назаров Е.А. Полиненасыщенные жирные кислоты как универсальные эндогенные биорегуляторы / Е.А. Назаров, Г.И. Мягкова, Н.В. Гроза // Вестник МИТХТ. 2009. Т. 4, 5. Стр. 3–18.
8. Остриков А.Н. Коэкструзионные продукты: новые подходы и перспективы / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, И.Ю. Соколов; под ред. А.Н. Острикова. – М., 2009.
9. Ребров В.Г. Витамины, макро- и микроэлементы / В.Г. Ребров, О.А. Громова. – М., 2008.
10. Шилина Н.М. Современные представления о физиологических и метаболических функциях полиненасыщенных жирных кислот / Н.М. Шилина, И.Я. Конь // Вопросы детской диетологии. 2004. Т. 2. №6. С. 25–30.
11. Ariel A. Resolvins and protectins in the termination program of acute inflammation / A. Ariel, C. Serhan // Trends in Immunology. 2011. Vol. 28, №4. P. 176–183.
12. Campos H. Linolenic Acid and Risk of Nonfatal Acute Myocardial Infarction / H. Campos, A. Baylin, W. Willett // Circulation. 2010. Vol. 118. P. 339–345.
13. Fetterman J.W. Therapeutic potential of n-3 polyunsaturated fatty acids in disease / J.W. Fetterman, M. Zdanowicz // The American Journal of Health-System Pharmacy. 2011. Vol. 66, №13. P. 1169–1179.
14. Harris W.S. Alpha-Linolenic Acid. A Gift From the Land? / W.S. Harris // Circulation. 2013. Vol. 111. P. 2872–2874.
15. Jicha G.A. Omega-3 fatty acids: potential role in the management of early Alzheimer's disease / G.A. Jicha, W. Markesbery // Clinical Interventions in Aging. 2010. Vol. 5. P. 45–61.