

Литература

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / А.П. Калашников [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 330 с.
2. Передня, В.И. Малозатратная технология для реконструируемых молочно-товарных ферм и комплексов / В.И. Передня, А.И. Пунько, С.В. Лосик // Научно-технический прогресс в животноводстве – ресурсосбережение на основе создания и применения инновационных технологий и техники: сб. науч. тр. – Т.17, ч.2. – Подольск, 2008.
3. Смеситель-раздатчик кормов: пат. 6263 Респ. Беларусь, МПК А 01К 5/00 / В.И. Передня, В.И. Хруцкий, А.М. Тарасевич, А.А. Романович; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № u 20090896; заявл. 29.10.2009, опубл. 30.06.2010 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2010. – № 3. – С. 154.

УДК 664.696.9

Н.П. Луговая, М.П. Шабета,

З.А. Соколова

*(ГП «Институт «Плодоовощпроект»
РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства»),*

С.Л. Романов

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ

Введение

Переработка сельскохозяйственного растительного сырья с получением новых пищевых продуктов повышенной пищевой и биологической ценности является вопросом весьма актуальным. Современное развитие аграрной науки позволяет использовать самые перспективные технологии переработки сырья.

В настоящее время экструзионная технология – один из самых успешных и высокоэффективных процессов, совмещающий термо-, гидро- и механическую обработку сырья и позволяющий получать продукты высокой пищевой ценности. Методы экструзионной обработки имеют целый ряд преимуществ: они позволяют интенсифицировать производственные процессы, повысить степень использования сырья, получить полностью готовые к употреблению пищевые продукты или создать для них новые компоненты, снизить производственные и трудовые затраты, расширить ассортимент пищевых продуктов, повысить усвояемость переработанного сырья, практически до нуля снизить микробиологическую обсемененность продуктов на выходе из экструдера, снизить уровень загрязнения окружающей среды.

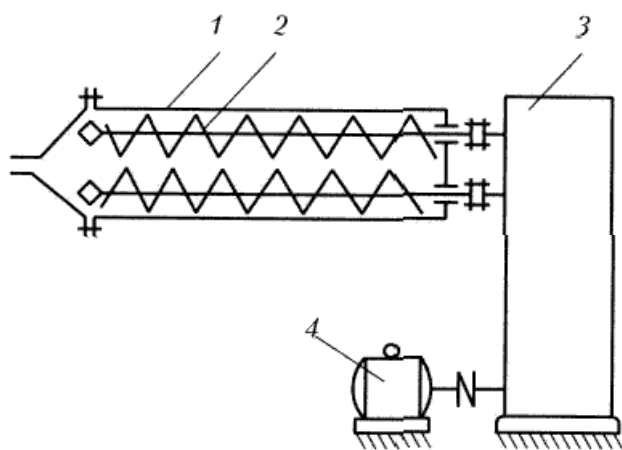
Анализ тенденций развития производства экструзионных продуктов пористой микроструктуры (экспандированных продуктов), а также областей их применения и рынка сбыта показывает, что и в ближайшем будущем пищевые продукты такого вида будут занимать важное место в рационе питания населения [1–3].

Результаты исследований и их обсуждение

Для производства экспандированных пищевых продуктов используется преимущественно кукурузная и рисовая крупа. Для Республики Беларусь это импортируемое сырье.

Для исследований использовали злаковые культуры, массово произрастающие в Беларуси: рожь, пшеницу, тритикале, овес, ячмень, причем как в целом виде, так и продукты их переработки (крупы и муку).

Все исследования проводили на промышленном экструзионном комплексе КЭП, обеспечивающем режимы горячей экструзии. Критериями отбора сырьевых компонентов, которые в процессе экспандирования давали устойчивые показатели качества готового продукта, являлись: поведение в экструдере при различных режимах экструдирования, стабильность формы изделий, устойчивый цвет продукта, приятные вкус, запах, пористость и хрустящая консистенция готового продукта.



1 – металлический корпус; 2 – шнек;
3 – система передач; 4 – электродвигатель

Рисунок 99 – Кинематическая схема двухшнекового экструдера

Экструзионный комплекс КЭП представляет собой промышленную двухшнековую установку с постоянной частотой вращения шнеков и постоянным объемом шнековой камеры (рисунок 99). Производительность экструдера задается количеством подаваемой в шнековую камеру муки. Подача муки в шнековую камеру осуществляется шнеком питателя и регулируется частотой вращения последнего. Диапазон частоты вращения питающего шнека позволяет регулировать производительность экструдера

от 100 до 300 кг по исходному сырью. «Вспучивание» выпрессовываемого экструдата происходит непосредственно после его выхода из отверстий (фильер) матрицы за счет резкого падения давления и температуры в продукте и мгновенного превращения перегретой воды в пар.

Преимущества применения горячей экструзии заключаются в первую очередь в том, что из экструдера выходит готовый к употреблению продукт, во-вторых, в скоротечности процесса и, наконец, в отсутствии необходимости высушивания экструдата. Продолжительность технологической обработки от состояния сырья до состояния готового продукта составляет несколько секунд, при этом практически весь состав питательных веществ сырья сохраняется.

В процессе горячей экструзии протекают глубокие физико-химические изменения различных компонентов сырья. Главными факторами, влияющими

на глубину изменений, являются механический сдвиг, температура и влажность смеси в экструдере.

Основной компонент зернового сырья – это крахмал. Наиболее важным в структуре конечного продукта является то, что крахмал в процессе экструдирования теряет свою естественную кристалличность, желатинизируется, подвергается молекулярной деградации и часто связывается липидами обрабатываемой смеси. Образующиеся при этом формы крахмала являются низкополимеризованными и легкоусвояемыми.

Белок является также очень чувствительным к теплу и сдвигу компонентом. Он может вступать в реакцию с различными составляющими продукта. Влажная температурная обработка и механическое воздействие вызывают структурное разворачивание белка с разрывами ионных, дисульфидных и водородных связей естественной третичной структуры. Денатурация белка приводит также к увеличению количества пептидов и свободных аминокислот. Следствием этого процесса является повышение перевариваемости белка и частичное или полное разрушение антипитательных факторов, таких как ингибиторы трипсина [2].

Проведенные исследования показали эффективность и перспективность переработки отечественного зернового сырья на продукты питания на данном комплексе. Было отмечено, что присутствие в экструдированном зерновом составе дополнительных некрахмальных полисахаридов, таких как волокна зерновых оболочек, требует увеличения расхода энергии на обеспечение процесса экструдирования. С одной стороны, это способствует большей молекулярной дезинтеграции крахмала и белков и уменьшению размеров их молекул, что обеспечивает их более высокую усвояемость. С другой стороны, такие крахмалы дают мелкопористые готовые продукты, удельный объем которых снижается с увеличением содержания в экструдате пищевых волокон. Так, дополнительное внесение 7–10% таких компонентов приводит к снижению удельного объема готовых изделий в 1,5–1,7 раза и, соответственно, к снижению органолептических показателей продукта.

Выявлено, что мука ржи, пшеницы и тритикале в одинаковой степени пригодны для получения экспандированных продуктов. Полученные изделия имеют одинаково стабильную форму, максимальный удельный объем, хрустящую и пористую консистенцию, приятные на вкус, лишь цвет готового продукта изменяется: от более светлого у изделий из пшеничной муки до более темного у изделий из ржаной муки.

Вместе с тем экструдирование целых зерен злаковых не приводит к однородности по пористости и консистенции в готовом продукте. Удельный объем единицы массы готового продукта, полученного из целых зерен, в 1,4–1,6 раз меньше удельного объема готового продукта, полученного из муки соответствующих видов зерна. Крупы и мука овса и ячменя малоприспособлены для экструдирования из-за нестабильности формы готовых изделий, малого удельного

объема, низкой пористости и специфического вкуса с признаками горечи (при использовании овса).

Поскольку экспандированные продукты из ржаной, пшеничной и тритикалевой муки очень близки по качеству и вкусовым свойствам, эти виды сырья могут быть взаимозаменяемыми в технологическом процессе.

Наилучшие результаты получены при использовании муки ржи и тритикале. Это особенно ценно, поскольку тритикале – один из перспективных видов сырья. Наряду с высокой урожайностью, стойкостью к заморозкам и болезням, низкой ценой, он характеризуется широким варьированием по содержанию белка (в пределах 10–23%), в том числе лизина (1,6–6,6%). Белок тритикале по содержанию незаменимых аминокислот более полноценен и лучше усваивается, чем белок пшеницы. Мука из тритикале превосходит по биологической ценности пшеничную муку 1-го сорта (67–71,6% против 50,6%) [4].

В ходе разработки технологии производства экспандированных продуктов определяли влияние следующих технологических параметров на качество готового продукта:

- температуры и давления в камере экструдера;
- влажности экструдированного сырья в шнековой камере экструдера.

Определяли оптимальный размер готовых экспандированных изделий по диаметру и по длине, оптимальное сочетание диаметра и площади активного сечения отверстий в матрице.

Изменение влажности экструдированного сырья в шнековой камере экструдера осуществляли путем вбрызгивания дополнительно определенного количества влаги с помощью плунжерного насоса, входящего в состав экструзионной установки КЭП. Количество вбрызгиваемой воды регулировали изменением хода плунжера насоса.

Для изменения размера готовых экспандированных изделий по диаметру использовали набор матриц с различным диаметром отверстий. Длину готовых изделий регулировали путем изменения частоты вращения ножевого устройства.

В результате проведенных исследований установлены оптимальные режимы ведения технологического процесса экструзии при производстве экспандированных продуктов из муки пшеницы, ржи и тритикале. Результаты представлены в таблице 30.

В результате проведенной работы созданы новые высококачественные экспандированные продукты на основе продуктов переработки зерна – пшеницы, ржи, тритикале, которые обладают целым рядом положительных свойств: полностью готовы к употреблению, обладают хорошими органолептическими показателями. Представляют собой фигурные изделия прямой и изогнутой формы, имеют приятный цвет, свойственный применяемым зерновым компонентам и вкусовым добавкам, характерные приятные вкус и аромат. Консистенция изделий – хрустящая, пористая. Что немаловажно, это продукты

с невысоким содержанием жира, причем данный показатель регулируется. В 100 г готового продукта содержится (в зависимости от рецептуры): белков – от 5,1 до 10,1 г; жиров – от 9,2 до 16,2 г; углеводов – от 51,0 до 66,5 г. Энергетическая ценность составляет 345–401 ккал.

Таблица 30 – Оптимальные режимы основных технологических параметров производства экспандированных продуктов

| Технологические параметры | Значение |
|---|-----------|
| Скорость загрузки шнековой камеры мукой (производительность экструдера), кг/ч | 135–170 |
| Влажность муки в камере экструдера, % | 19,3–20,8 |
| Необходимое количество добавляемой в шнековую камеру воды при базисной влажности муки 14,5%, кг/ч | 8,2–13,5 |
| Диаметр отверстий в матрице, мм | 3,2–4,2 |
| Диаметр выформовываемого жгута готового экспандированного продукта, мм | 10–16 |
| Площадь живого сечения отверстий в матрице, мм ² | 15–70 |
| Температура экструдированной массы на выходе из экструдера, °С | 125–145 |

Выводы

Разработана и внедрена технология производства новых, полностью готовых к употреблению высококачественных пищевых продуктов из отечественного зернового сырья – пшеницы, ржи и тритикале.

Отработаны и установлены оптимальные технологические режимы процесса экструдирования на промышленном комплексе КЭП. Наилучшие результаты получены при использовании ржаной муки и муки тритикале.

Разработанная технология создает новые перспективные возможности для переработки сельскохозяйственного растительного сырья на продукты высокой пищевой ценности.

06.07.11

Литература

1. Васильева, Т.В. Экструдированные продукты. Пищевая промышленность / Т.В. Васильева // Пищевая промышленность. – № 12. – 2003. – С. 6-9.
2. Экструзионная технология пищевых продуктов / Г.О. Магомедов [и др.]. // Пищевая промышленность. – № 12. – 2003. – С. 10-14.
3. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование / Под ред. А.Н. Богатырева, В.П. Юрьева. – М.: Ступень, 1994. – 199 с.
4. Уварова, И.И. Биологическая ценность муки тритикале / И.И. Уварова, П.И.Кудинов, Д.И. Жданов // Известия вузов. Пищевая технология. – № 4. – 2005. – С. 64.