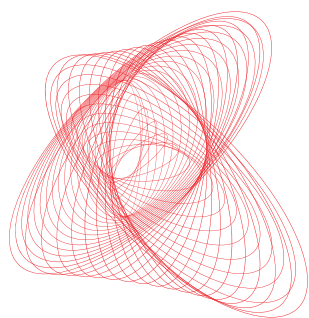
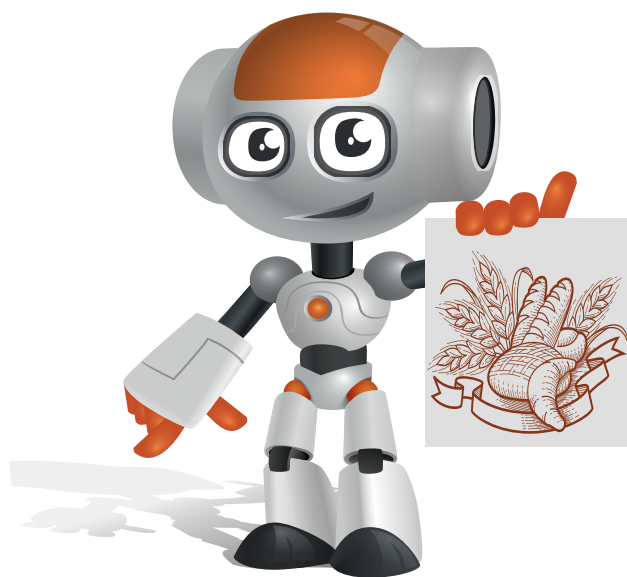


Выпуск № 3 (04)/2015



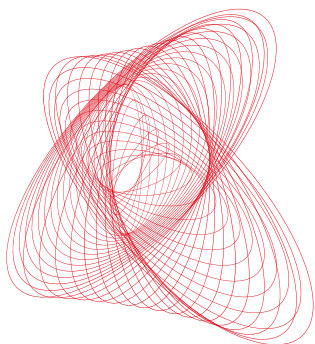
ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

ISSN: 2410-0242



Научно-теоретический и практический журнал

ISSN: 2410-0242



Инновационная техника и технология



INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Выпуск № 3 (04)/2015

Научно-теоретический и практический журнал

ПЕНЗА 2015

ISSN 2410-0242



9 772410 024006

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ**
№ 3 (04) / 2015

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

Д. И. Фролов, кандидат технических
наук, доцент

Зам. главного редактора

А. А. Курочкин, доктор технических
наук, профессор

Редакционная коллегия:

А. М. Зимняков, кандидат химических
наук, доцент;

В. М. Зимняков, доктор экономических
наук, профессор;

В. В. Коновалов, доктор технических
наук, профессор;

С. В. Чекайкин, кандидат технических
наук, доцент;

Г. В. Шабурова, кандидат технических
наук, доцент

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

Фролов Дмитрий Иванович
г. Пенза, ул. Антонова, д.26 к.209
E-mail: surr@bk.ru

Журнал «Инновационная техника и технология»
включен в систему Российского индекса научного
цитирования (РИНЦ): <http://www.elibrary.ru>

Входит в международную информационную
систему по сельскому хозяйству AGRIS.

© Фролов Д. И., 2015
© Эврика, 2015

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY
№ 3 (04) / 2015

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

D. I. Frolov, candidate of technical
sciences, associate professor

Deputy-chief editor

A. A. Kurochkin, doctor of technical
sciences, professor

Editorial board members:

A. M. Zimnyakov, candidate of chemical
sciences, associate professor;

V. M. Zimnyakov, doctor of economic
sciences, professor;

V. V. Konovalov, doctor of technical
sciences, professor;

S. V. Chekaykin, candidate of technical
sciences, associate professor;

G. V. Shaburova, candidate of technical
sciences, associate professor

Issued 4 times a year

The editorial office address:

Dmitry Ivanovich Frolov
Penza, st. Antonov 26-209
E-mail: surr@bk.ru

“Innovative machinery and technology” is included into the
Russian Scientific Citation Index system:
<http://www.elibrary.ru>

Included in the international information
system for agriculture AGRIS.

© Frolov D. I., 2015
© Eureka, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

- Практические перспективы термопластической экструзии крахмалсодержащего зернового сырья в формировании качества продовольственных товаров**
П. К. Воронина 5
- Качественная характеристика мясорастительных фаршированных изделий**
З. А. Бочкарева 13
- Разработка линии производства хмеле-тыквенной закваски**
Е. П. Иванова 17
- Использование продуктов переработки ячменя в хлебопечении**
Г. В. Шабурова, П. К. Воронина 23
- Изучение кинетики конвективной сушки репчатого лука**
Д. И. Фролов, К. П. Фудин 28
- Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения**
Н. Н. Шматкова, П. К. Воронина 33
- Математическое моделирование процесса сушки яблок**
О. Н. Пчелинцева 40

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- Теоретические исследования рабочего процесса вакуумной системы модернизированного экструдера**
А. А. Курочкин 44
- К вопросу повышения декомпрессионного эффекта в рабочем процессе одношнекового экструдера**
А. А. Курочкин, Д. И. Фролов 51

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- Оценка уровня загрязненности земель сельскохозяйственного назначения**
Л. И. Данилина, Д. И. Фролов 58
- Концепция развития индикативного планирования молочнопродуктового подкомплекса**
В. М. Зимняков, И. В. Гаврюшина 66

ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

- К вопросу расширения классификационных признаков пищевых экструдеров**
А. О. Денисов, Н. В. Живаева 73
- Пути улучшения качества хлеба из пшеничной муки**
И. А. Булаев 79

ИНФОРМАЦИЯ

- Сведения об авторах. Требования к оформлению статей** 83

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

- Practical perspectives for thermoplastic extrusion starch-containing grain feedstock in shaping the quality of food products**
P. K. Voronina 5
- Quality characteristic of stuffed meat and plant products**
Z. A. Bochkareva 13
- Development of the production line hop-pumpkin leaven**
E. P. Ivanova 17
- Using the products of processing barley in bakery**
G. V. Shaburova, P. K. Voronina 23
- Study of the kinetics of convective drying of onions**
D. I. Frolov, K. P. Fudin 28
- Prospects of composite mixture bakery products in technology functional use**
N. N. Shmatkova, P. K. Voronina 33
- Mathematical modeling of the drying apples**
O. N. Pchelintseva 40

TECHNOLOGY EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

- Theoretical research of working process vacuum systems of modernised extruder**
A. A. Kurochkin 44
- The question of the effect of increasing decompression in the workflow a single screw extruder**
A. A. Kurochkin, D. I. Frolov 51

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

- Assessment of the level of contamination of agricultural land**
L. I. Danilina, D. I. Frolov 58
- Concept development indicative planning dairy product subcomplex**
V. M. Zimnyakov, I. V. Gavryushina 66

TRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

- By the issue of expansion of classification features food extruders**
A. O. Denisov, N. V. Zhivaeva 73
- Ways to improve the quality of bread made from wheat flour**
I. A. Bulaev 79

INFORMATION

- Information about the authors. Requirements for the articles** 83

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.696

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОЙ ЭКСТРУЗИИ КРАХМАЛОСОДЕРЖАЩЕГО ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

П. К. Воронина

Приведен анализ теоретических и экспериментальных исследований отечественных и зарубежных ученых в области влияния различных режимов экструзионной обработки на формирование качества продуктов питания.

Ключевые слова: растительное сырье, экструзионная обработка, механическая обработка, крахмал.

Введение

Экструзионную обработку сырья и полуфабрикатов можно характеризовать как непрерывный процесс переработки крахмалосодержащих и других пищевых материалов в готовые изделия при комплексном воздействии тепла, влаги, давления и напряжений сдвига (влаготермомеханическая обработка). Получаемые при этом изделия (экструдаты) приобретают новые, более приемлемые для использования в качестве сырья пищевых отраслей или непосредственного употребления, свойства, структуру и формы. От традиционных процессов, применяемых в пищевой промышленности при влаготермической обработке сырья, экструзия отличается тем, что чаще всего протекает при высоких значениях температуры, давления, напряжениях сдвига, небольшом содержании влаги и в относительно короткое время.

Целью данного исследования является анализ и обобщение данных отечественных и зарубежных ученых о влиянии различных способов и режимов экструзионной технологии в формировании качества продовольственных товаров.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись научные данные отечественных и зарубежных источников информации.

В качестве методов исследования использовали методы анализа и обобщения.

Результаты и их обсуждение

Интерес к переработке растительного сырья с помощью термопластической экструзии обусловлен несколькими причинами:

– разнообразием пищевой продукции, производимой с помощью экструзионной технологии;

– высокой экономической эффективностью производства экструдированных продуктов.

Основными компонентами зернового сырья являются крахмал и белки. Изменение совокупности их свойств лежит в основе процесса экструзии [1].

К настоящему времени основные механизмы и возможности экструзионной технологии достаточно полно раскрыты и описаны. Краусом С.В. исследованы изменения структуры и физико-химических свойств сырья при различных методах и режимах экструзионной обработки, обоснованы основные принципы и эффективные технологические режимы обработки муки для хлебопечения и других отраслей пищевой промышленности [2].

Процессы, происходящие при экструзии, позволяющие применять экструзионную обработку растительного сырья и применять его в пищевых отраслях и агропромышленном комплексе, изучил и описал Harper J. M. [3]. По мнению автора, в экструзионной камере увлажненное растительное сырье претерпевает одновременное термо-, гидро-, баро- и механическое воздействие, и переходит в псевдопластичное состояние. В результате происходят значительные изменения компонентов пищевого сырья.

Влияние экструзионной обработки на изменение составных компонентов пищевого сырья изучено в исследованиях Linko P. [4]. Как в этой работе, так и в многочисленных данных других ученых показано, что глубина этих изменений в экструдированном зерне обусловлена многофункциональным и многопараметрическим процессом [5, 6, 7].

В теории экструзионного процесса принято, что его базовые параметры способствуют реализации необходимого технологического воздействия на обрабатываемый объект. К примеру, установлено, что кратковременный высокотемпературный процесс не только позволяет снизить потери ценных пищевых и биологически активных веществ,

но и регулировать органолептические, физико-химические, структурно-механические свойства крахмалсодержащего сырья, а также его пищевую и биологическую ценность в необходимом направлении [8, 9, 10].

Результаты исследований Mercier С. позволили установить возможность увеличения содержания водорастворимых веществ в экструдате при повышении температуры экструдирования крахмалсодержащего сырья, имеющего одинаковую влажность и количество амилозы в крахмале [11]. По мнению автора, чем больше амилопектина в крахмале исходного сырья, тем выше доля содержания водорастворимых веществ в экструдате.

Об увеличении степени деструкции крахмала при повышении температуры свидетельствуют и результаты других исследователей [12].

Основным компонентом несоложенного ячменя, имеющего значение при производстве пива, и оказывающего решающее влияние на ход процесса приготовления пивного сусла, а также качество готового продукта, является крахмал. По данным исследователей, гидротермическая и механическая обработка крахмала не только разрушает структуру его зерна, но и приводит к деструкции молекул полисахаридов, тем самым способствуя изменению физико-химических свойств крахмала [13].

Разработан способ производства пива с использованием светлого солода и несоложенного зернового сырья (пшеница, горох) в виде текстурированной муки, полученной путем экструдирования шелушенного сырья или крупы при температуре от 110 до 240 °С и давлении до 6 МПа с последующей досушкой до влагосодержания не выше 8% [14].

Многие специалисты в области экструзионной обработки считают, что экструзия крахмалсодержащего зернового сырья в условиях сухой клейстеризации приводит к более глубоким изменениям в зерновом крахмале, чем влажная клейстеризация [15, 16].

При этом они не без основания считают, что наиболее существенные изменения крахмальных зерен происходят в момент выхода экструдированного сырья из фильеры экструдера. Имеются сведения, что в процессе экструзионной обработки зерна в момент декомпрессии снижается общее содержание крахмала в связи с расщеплением в этот момент амилозы и амилопектина и повышается количество олигосахаридов и декстринов [1]. В других исследованиях глубокие преобразования структуры обрабатываемого крахмалсодержащего сырья объясняются тем, что аккумулированная продуктом энергия высвобождается, и приводит к разрыву клеточных стенок, деструкции биополимеров, к образованию пористой структуры [17].

Следует отметить, что эффективные, с технологической и товароведной точки зрения, изменения, происходящие в экструдированном крахмалсодержащем сырье, и возможность регулирования этих свойств растительного сырья в процессе экс-

трудирования, привлекает внимание исследователей в различных отраслях пищевой промышленности и АПК.

Например, в последние годы появилось достаточно много работ, связанных с использованием экструдатов в хлебопечении. Результаты этих работ могут быть интересны с точки зрения взаимодействия экструдированного сырья с основным сырьем при производстве хлеба и хлебобулочных изделий. Так, добавление к пшеничной муке при производстве хлеба измельченных экструдированных пшеничных отрубей приводит к повышению автолитической активности и газообразующей способности мучной смеси, а также к повышению качества клейковины. Оптимальное количество добавки, вводимое в рецептуру изделий, по мнению исследователей, составляет 5–15% от массы муки [18].

Гидротермическая и механическая обработка зернового сырья является наиболее распространенным методом изменения структуры крахмала. Установлено, что обработанная ячменная крупка и мука по сравнению с перловой крупой обладают большей биологической ценностью. Доказана возможность ввода этих продуктов (до 30%) в рецептуру хлеба из муки пшеничной 1-го сорта. Полученные изделия отличались оригинальным внешним видом, приятным слегка сладковатым вкусом, мягким, нежным, эластичным мякишем [19].

Исследователи считают включение в рацион человека продуктов, обогащенных пищевыми волокнами и минеральными веществами зерновых экструдатов, наиболее доступным способом массового улучшения обеспечения населения необходимыми нутриентами. В связи с этим, применение экструдированных зерновых продуктов (экструдаты риса, кукурузы, ржи, ячменя) считается одним из перспективных направлений функционального обогащения хлебобулочных изделий [20].

Изучена возможность производства хлебобулочных изделий с добавками экструдатов из целого зерна ячменя в количестве до 25% муки по рецептуре. Исследователи подвергали экструзионной обработке недробленое зерно ячменя при следующих параметрах обработки: температура 125–195 °С, продолжительность обработки 30–40 с, скорость вращения шнека $38,2 \pm 2 \text{ с}^{-1}$, диаметр матрицы выходного отверстия составлял 8 мм. По мнению исследователей, дегустационная оценка вкуса, аромата, а также структурно-механические свойства опытного образца хлебобулочного изделия превосходили аналогичные показатели контрольного образца. Например, влажность опытного образца хлебобулочного изделия составила 48,5%, кислотность – 5,6°, пористость – 71,6%, удельный объем – $2,97 \text{ г/см}^3$ [21].

Установлена целесообразность и эффективность экструдирования ржаного солода с целью его дальнейшего использования при производстве ржано-пшеничных заварных сортов хлеба. Исследователи выявили достоверную зависимость со-

держания водорастворимых веществ в экструдате и степень набухаемости экструдированного зерна от параметров экструзионной обработки ржаного солода. Установлено, что максимальным содержанием водорастворимых веществ и максимальной набухаемостью солод обладал после обработки в экструдере при 160 °C и исходной влажности 18% [22].

По результатам исследований отдельных учений можно сделать выводы о том, что воздействие экструзионной обработки на зерновое сырье приводит к повышению его пищевой ценности, т.к. инактивируются антипитательные вещества, уничтожаются микроорганизмы, а реакция уменьшения активности витаминов минимизируется [23, 24].

Указанный эффект достигается высокотемпературной обработкой (110...200 °C), с оптимальным увлажнением экструдированного сырья и непродолжительным (20...60 с) его пребыванием в экструдере.

Считается, что к числу наименее устойчивых компонентов сырья в процессе экструзионной обработки относятся: крахмал, белки, витамины.

Поэтому, для получения экструдатов высокого качества необходимо знать характер изменений физико-химических свойств основных компонентов экструдированного сырья в процессе его обработки с тем, чтобы выбрать оптимальный режим.

Интересны данные, полученные в процессе разработки технологии производства закусочных продуктов на основе экструдированной смеси миндальной и пшеничной муки [25].

В экспериментах исследователей температура экструзионной обработки смеси варьировала от 69,77 до 120,23 °C, влажность обрабатываемой массы – от 26,64 до 33,36%, скорость вращения шнека – от 13,85 до 38,50 рад/с.

Исследования показали, что наиболее важным фактором формирования качества продукта оказалась температура в барабане экструдера. При этом наибольшие значения пористости (18,47%) и степени расширения (158,76%) выявлены при температуре выше 120 °C. При температуре, близкой к 100 °C способность к образованию крахмало-липидных комплексов была максимальной.

Механизм изменений структуры крахмала, происходящих в процессе экструзионной обработки, в общих чертах объясняется следующим образом. В естественном состоянии крахмальные зерна нерастворимы в холодной воде, почти не набухают, но сорбируют до 50% воды. Повышение температуры крахмальной суспензии ведет к разрыву межмолекулярных связей в зернах крахмала, в результате чего резко возрастает гидратация полисахаридов, происходит набухание зерен, их частичное растворение и полная клейстеризация крахмала. Крупные зерна клейстеризуются первыми.

Глубокие изменения в крахмале происходят в результате его экструзионной обработки, при ко-

торой создаются условия для сухой клейстеризации.

Крахмалы, подвергнутые клейстеризации, легче расщепляются ферментами.

Механизм клейстеризации в экструдере обусловлен тремя факторами: наличием значительных механических воздействий на продукт, малым содержанием влаги в сырье и высокой температуры обработки. При этом активно протекает термомеханическая деструкция зерен крахмала [26].

Все описанные изменения крахмала в процессе экструзионной обработки обуславливают предпосылки использования зерновых экструдатов в пивоварении с целью подготовки зерна перед затированием и приготовлением пивного сусла. Следует ожидать, что в условиях пивоварения клейстеризованный крахмал будет более доступен ферментативным системам солода.

Как следует из информации в научной литературе, в ходе экструзионной обработки разрушается кристаллическая структура зерен крахмала и образуется структура аморфного вещества.

С другой стороны, термическая и механическая обработка крахмала не только разрушает структуру его зерна, но и приводит к деструкции больших молекул полисахаридов крахмала, что существенно изменяет реологические свойства крахмальных клейстеров [24].

Наряду с молекулами крахмала, под действием различных факторов (давления, теплоты и влаги) белки также претерпевают заметные изменения. Происходит нарушение упорядоченности внутреннего строения молекулы, количественно определяемое изменением физико-химических свойств белков: растворимости, способности к гидратации, вязкости растворов, устойчивости к действию ферментов, биологической активности и др. Это явление обусловлено наличием в молекулах белка большого числа непрочных связей. Но в целом химический состав белка не меняется [27].

Судя по анализу отдельных исследований, глобулярные белки в нативном состоянии устойчивы к действию ферментов. В результате экструзионной обработки глобулярная структура белковой молекулы преобразуется в фибриллярную с разворачиванием пептидных цепей и освобождением функциональных групп, доступных ферментам [28]. Установлено, что экструзионная обработка белков растительного происхождения повышает их пищевую ценность и улучшает сохраняемость, так как происходит частичная инактивация ферментов, ухудшающих вкус и понижающих качество продукта при хранении.

Теоретический анализ поведения обрабатываемых материалов в различных технологических зонах экструдеров и опыт работы этих машин с различными видами сырья, позволил выделить актуальные направления в совершенствовании экструзионных технологий в части их технического обеспечения (рис.1).

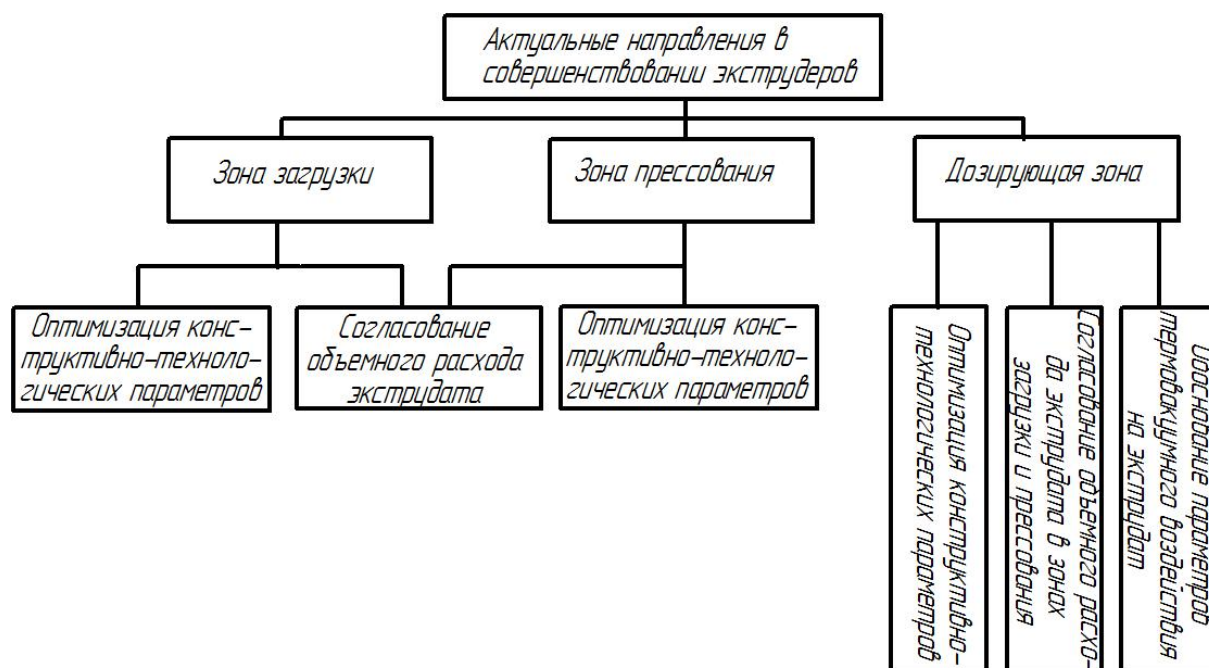


Рис. 1. Актуальные направления в совершенствовании экструдеров

Совместно с коллегами автором разработан способ производства экструдатов, в котором решается задача снижения трудоемкости при его выработке и повышения технологических свойств получаемого продукта за счет лучшей сохранности витаминов и белков сырья, а также более интенсивного воздействия на содержащейся в нем крахмал [29].

Пониженное давление в вакуумной камере создавалось с помощью вакуумного насоса, вакуум-регулятора и вакуум-баллона. Вакуум-регулятор позволял поддерживать необходимое давление в вакуумной камере, а вакуум-баллон служил для сглаживания возможных колебаний давления в системе и сбора конденсата, получаемого при охлаждении паровоздушной смеси, откачиваемой из вакуумной камеры.

Автором с соавторами проведен анализ теоретических и экспериментальных исследований отечественных и зарубежных ученых в области подготовки биополимеров несоложенного зерна к гидролитическим процессам тепловыми методами. Систематизированы и обобщены результаты научных экспериментов, дающие представления о происходящих при такой обработке физических, биохимических и структурных изменениях в несоложенном зерне. На основе анализа информационных источников определена тенденция развития тепловых способов, влияющих на технологический потенциал несоложенного сырья и, следовательно, формирование качества пива. Представлен теоретический анализ аналитических зависимостей к описанию движения растительного сырья в зоне модернизированной матрицы экструдера [30, 31, 32].

Исследована возможность использования

в хлебопечении муки экструдированного зерна овса, обладающего пищевой и биологической ценностью [33].

Шабуровой Г. В. изучен химический состав экструдированного целого зерна гречихи, установлена деструкция биополимеров экструдированной гречихи (крахмала и сырого протеина), имеющих важное значение для формирования качества пива и пивных напитков, а также липидов. Исследованы функционально-технологические свойства экструдированной гречихи, которые обуславливают целесообразность использования нетрадиционных видов сырья в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Обоснованы перспективы использования экструдированной гречихи в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий в качестве комплексного обогапителя, позволяющего повысить биологическую ценность продукции массового спроса. Автором исследовано влияние экструзионной обработки на азотсодержащие вещества пивоваренного ячменя сорта Волгарь. Установлено, что обработка ячменя способствует белковому растворению эндосперма. Показана возможность направленного влияния на состояние белкового комплекса ячменя с помощью экструзии. Проведены исследования по оценке объемного расхода экструдата в зоне прессования одношнекового пресс-экструдера. Получены аналитические выражения, позволяющие установить, параметры процесса экструзии, за счет которых можно снизить интенсивность обратных потоков в зоне прессования пресс-экструдера и в конечном итоге увеличить его производительность [34, 35].

Курочкиным А. А. с соавторами получены результаты экспериментальных исследований, пока-

зывающие важную закономерность: при одинаковой влажности расторопши и пшеницы и, тем более при более высокой влажности пшеницы, чем расторопши, процесс экструдирования смеси ухудшается. Многочисленными исследованиями установлено, что в крахмалсодержащем зерновом сырье максимальная степень желатинизации и деструкции крахмала обеспечивается оптимальным значением удельной механической и тепловой энергии, полученной экструдированным материалом [37, 38].

Выводы

Рассмотрены теоретические и практические аспекты технологии пищевых продуктов на основе применения экструдированного растительного сырья. Определен вектор создания высокоэффективных экструзионных технологий, направленных на интенсификацию процесса и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов, что достигается совершенствованием технологического процесса экструзии растительного сырья с учетом его специфических свойств.

Список литературы

1. Sendra, J. M. Evaluation of the effects of yeast strain and fermentation conditions on the volatile concentration profiles of pilot plant lager beers / J. M. Sendra, Tobov, F. Pinaga, L. Izquierdo, S. V. Carbonell // *Monatsschr. Brauwiss.* – 1994. – 47. – № 10. – P.316–321.
2. Краус, С.В. Совершенствование технологии экструзионной переработки крахмалсодержащего зернового сырья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01/Краус Сергей Викторович. – М., 2004. – 54 с.
3. Harper, J. M. Extrusion processing of food/ J. M. Harper//*Food Technology.* – 1978. – V.32. – 27 p.
4. Linko, P. High-Temperature-Short-Time Extrusion Cooking / P. Linko, P. Colonna, C. Mercier // *Advances in Cereal Science and Technology*. Ed. Y. Pomeranz. St. Paul, USA. – 1981. – Vol. IV. – P. 145–235.
5. Дидык, Т.А. Повышение эффективности технологического процесса и обоснование параметров шнекового пресса для экструдирования зернового материала: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.20.01/ Дидык Татьяна Анатольевна. – Саратов, 2006. – 21 с.
6. Шмат, К.И. Обработка зерна методом экструзии / К.И. Шмат, А.С. Маговец // *Корма.* – 1979. – № 1. – С. 36–39.
7. Юрьев, В.П. Физико-химические основы получения экструзионных продуктов на основе растительного сырья / В.П. Юрьев, А.Н. Богатырев // *Вестник сельскохозяйственной науки.* – 1991. – № 12. – С. 43–51.
8. Карпов, В.Г. Разработка технологии новых видов крахмалопродуктовэкструзионным способом: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.05 / Карпов Владимир Георгиевич. – М., 2000. – 48 с.
9. Курочкин, А.А. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии в пивоварении/А. А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.В. Новиков//*Нива Поволжья.* – 2007. – № 1. – С. 20–24.
10. Новиков, В.В. Анализ рабочего процесса шнекового экструдера / В.В. Новиков, А.А. Курочкин// *Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: Материалы III Международной научно-практической конф.* – Пенза, 2005. – С. 95–96.
11. Mercier, C. Veranderund der Struktur und Verdaulichkeit von Getreidestärkebeim Extrudieren / C. Mercier // *Getreide, Mehl und Brot.* – 1980. – № 34. – S. 52.
12. Melcion, I. P. La cnisson-extrusion dans le domainealimentaire: principe, applications, perspectives/ I. P. Melcion, P. Colonna// *Revue de l'alimentationanimale.* – 1983. – № 368. – S. 45–54.
13. Выгодин, В.Л. Экструзионная техника и технология; состояние, перспективы/В. Л. Выгодин, В.Л. Касперович, Г.Б. Зинюхин, В.П. Попов, В.А. Буцко // *Пищевая промышленность.* – 1995. – № 7. – С. 4–5.
14. Способ производства пива: пат. 2212436 Российская Федерация: МПК7 С 12 С 5/00, С 12 С 7/00, С 12 С 7/047 / В.И. Берлогин; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Фирма «Торговый Дом Ярмарка». – № 2001135471/13, заявлено 28.12.2001; опубли. 20.09.2003, Бюл. № 34.
15. Абрамов, О.В. Научноеобеспечениепроцессаэкструзии модельныхсреднаоснове крахмалсодержащего сырья и разработка высокоэффективного оборудования для его реализации: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12/Абрамов Олег Васильевич. – Воронеж: 2009. – 48 с.
16. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование/Под ред. А.Н. Богатырева, В.П. Юрьева. – М.: Ступень, 1994. – 200 с.
17. Smith, O. B. Extrusion cooking. In: *Newproteinfoods/* Ed. A. M. Altschus. – London: Academic press. – 1976. – V. 2. – P. 86–121.
18. Малкина, В.Д. Повышение эффективности хлебопекарного производства на основе модификации свойств сырья: автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01/Малкина Валентина Даниловна. – М., 1996. – 50 с.
19. Цыбикова, Г.Ц. Разработка ресурсосберегающей технологии переработки ячменя для

- продовольственных целей/ Г.Ц. Цыбикова, Т.С. Козлова, Л.В. Сновицкая// Хранение и переработка сельхозсырья.– 2003.– № 8.– С. 135–137.
20. Дерканосова, Н. Исследование адсорбционных свойств зерновых экструдатов/ Н. Дерканосова, Н. Таганова, С. Гаршина, Т. Валева // Хлебопродукты.– 2008.– № 3.– С. 41–43.
21. Демченко, В.И. Экструдаты ячменя в производстве хлебобулочных изделий /В. И. Демченко, В.И. Корчагин, Г.О. Магомедов, Л.И. Столяров, Н.М. Дерканосова, В.И. Карпенко// IV Междунар. науч.– практ. конф. «Интродукция нетрадиц. и ред. с.– х. растений»: Материалы.– Ульяновск, 2002.– Т. 1.– С. 238–241.
22. Гарш, З.Э. Совершенствование технологии ржаных солодовых экстрактов с применением экструзии: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01/Гарш Зинаида Эргардовна.– М., 2010.– 26 с.
23. Магомедов, Г.О. Экструзионная технология пищевых продуктов/ Г.О. Магомедов, А.Ф. Брехов, В. Я Черных, В.П. Юрьев // Пищевая промышленность.– 2003.– № 12.– С. 10–16.
24. Остриков, А.Н. Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова, В.Н. Василенко, О.В. Абрамов, К.В. Платов.– СПб.: Проспект науки, 2007.– 202 с.
25. De Pilli, T. Effects of operating conditions on oil loss and structure of almond snacks/T. De Pilli, B.F. Carbone, A. Derossi, A.G. Fiore, C. Severini //International Journal of Food Science and Technology.– 2008.– Vol. 43.– № 3.– P. 430–439.
26. Рудась, П.Г. Использование экструзии для получения продукта с заданными свойствами // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов / Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. Кемерово.– 2007.– Вып. 12.– С. 112–114.
27. Alavi, S.H. Structural properties of protein-stabilized starch-based supercritical fluid extrudates / S.H. Alavi, B.K. Gogoi, M. Khan, B.J., Bowman, S.S.H. Rizvi // Food Research International.– 1999.– № 32.– P. 107–118.
28. Bradford, M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding/M.M. Bradford//Anal. Biochem., 1976.– № 72.– P. 248–254.
29. Способпроизводстваэкструдатов: пат. 2460315 Российская Федерация МПК А 23 L1/00./Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия».– № 20011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 256.– 6 с.
30. Шабурова, Г.В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина // Техника и технология пищевых производств.– 2014.– № 1 (32) .– С. 90–96.
31. Авроров, В.А. Теоретическое исследование условий движения обрабатываемого материала в одношнековом экструдере с модернизированной матрицей/В. А. Авроров, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, П.К. Воронина, В.В. Ловцева//Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: Достижения, проблемы, перспективы: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции.– Пенза: Приволжский Дом знаний, 2014.– С. 3–8.
32. Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 3.– С. 15–20.
33. Шабурова, Г.В. Экструдированный овес как сырье для обогащения хлеба/Г. В. Шабурова, П.К. Воронина, Н.Н. Шматкова//Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы.– сборник статей 8-й Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.А. Авророва.– Пенза, 2014.– С. 97–101.
34. Курочкин, А.А. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении /Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 79–83.
35. Шабурова, Г.В. Белковый комплекс экструдированного ячменя / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, В.П. Чистяков, В.В. Новиков // Пиво и напитки.– 2007.– № 3.– С. 12.
36. Новиков, В.В. Определение объемного расхода экструдата в зоне прессования одношнекового пресс-экструдера/В.В. Новиков, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Н.А. Харыбина, Д.Н. Азиаткин//Вестник Алтайского ГАУ.– Барнаул, 2011.–№ 1. С. 91–94.
37. Курочкин, А.А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 70–74.
38. Курочкин, А.А. Использование экструдированного ячменя в пивоварении/ А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.В. Новиков // Пиво и напитки.– 2006.– № 5.– С. 16–17.

PRACTICAL PERSPECTIVES FOR THERMOPLASTIC EXTRUSION STARCH-CONTAINING GRAIN FEEDSTOCK IN SHAPING THE QUALITY OF FOOD PRODUCTS

P. K. Voronina

The analysis of theoretical and experimental research of domestic and foreign scientists in the field of influence of different modes of extrusion processing on the formation of quality of foodstuffs.

Keywords: vegetable raw, extrusion processing, machining, starch.

References

1. Sendra, J. M. Evaluation of the effects of yeast strain and fermentation conditions on the volatile concentration profiles of pilot plant lager beers / J. M. Sendra, Tobov, F. Pinaga, L. Izquierdo, S. V. Carbonell // *Monatsschr. Brauwiss.* – 1994. – 47. – № 10. – P.316–321.
2. Kraus, S. V. improvement of technology of extrusion processing of grain starch-containing raw materials: katege. Dees. ... d-ratehn. Science: 05.18.01/Kraus Sergey Viktorovich. – M., 2004. – with 54.
3. Harper, J. M. Extrusion processing of food/ J. M. Harper//*Food Technology.* – 1978. – V.32. – 27 p.
4. Linko, P. High-Temperature-Short-Time Extrusion Cooking / P. Linko, P. Colonna, C. Mercier // *Advances in Cereal Science and Technology.* Ed. Y. Pomeranz. St. Paul, USA. – 1981. – Vol. IV. – P. 145–235.
5. Didyk, T. A. enhancing the effectiveness of the process and the rationale for the parameters of screw presses for extruding grain material: katege. DIS. .. Cand. Tech. Science: 05.20.01/Didyk Tatiana. – Saratov, 2006. – 21 p.
6. Shmat, K. and grain processing by extrusion/k. Shmat, a. s. Magonec//feed. – 1979. – № 1. – P. 36–39.
7. Yurev, B. P. physico-chemical basis for extrusion products based on vegetable raw materials/p. Yuryev, a. n. Bogatyrev//*Bulletin of agricultural science.* – 1991. – No. 12. – P. 43–51.
8. Karpov, V. G. technology development of new kinds of vegetable raw materials: katege. Dees. ... Dr. techn. Science: 05.18.05/Karpov Vladimir Georgievich. – M., 2000. – 48 p.
9. Kurochkin, A. A. theoretical and practical aspects of extrusion technology in brewing/A. Kurochkin, Shaburova G. V., V. V. Novikov//*Niva Volga region.* – 2007. – № 1. – P. 20–24.
10. Novikov, V. V. Analysis workflow screw extruder/ V. V. Novikov, A. A. Kurochkin//*agriculture: status, problems and prospects: the materials of III international scientific and practical Conference.* – Penza, 2005. – P. 95–96.
11. Mercier, C. Veranderund der Struktur und Verdaulichkeit von Getreidestärke beim Extrudieren / C. Mercier // *Getreide, Mehl und Brot.* – 1980. – № 34. – P. 52.
12. Melcion, I. P. La cnisson-extrusion dans le domaine alimetaire: principe, applications, perspectives/ I. P. Melcion, P. Colonna// *Revue de l'alimentation animale.* – 1983. – № 368. – P. 45–54.
13. Vygodin, V. L. Extrusion technics and technology; State, prospects/V. L. Vygodin, V. L. Kasperovich, G. B. Zinûhin, V. P. Popov, V. A. Bucko//*food industry.* – 1995. – № 7. – 4–5.
14. Way: Pat. 2,212,436 Russian Federation: MPK7 C 5 C 12/0000, C 12 C 7/0000, C 12 C 7/047/V.i. Berlogin; the applicant and the patent owner limited liability company «trading house fair. – No. 2001135471/13, 28; in English. 20.09.2003, Director. No. 34.
15. Abramov, A. B. scientific support extrusion process modeling environments based on starch-containing raw materials and development of high-performance equipment for its implementation: katege. Dees. ... Dr. techn. Science: 05.18.12/Abramov Oleg Vasilevich. – Voronezh: 2009. – 48 p.
16. Thermoplastic extrusion: the scientific basis, technology, equipment, ed. A. N. Bogatyreva, V. P. Yuriev. – M.: stage, 1994. – 200 p.
17. Smith, O. B. Extrusion cooking. In: *New protein foods/* Ed. A. M. Altschus. – London: Academic press. – 1976. – V. 2. – P. 86–121.
18. Malkina, B. D. Improving the effectiveness of baking, based on modifying the properties of raw materials: synopsis of the DIS. ... Dr. techn. Science: 05.18.01/Malkina Valentine Danilovna. – M., 1996. – 50 s.
19. Tsybikova, G. Ts. Development of resource-saving technologies for processing of barley for food purposes/G. Ts. Tsybikova, T. S. Kozlova, L. V. Snovickay/sel'hozsyr'â storage and processing. – 2003. – № 8. – P. 135–137.
20. Derkanosova, N. Study of adsorptive properties of grain ekstrudatov/N. Derkanosova, N. Taganova, S. Garshin, T. Valeva//*bakery products* – 2008- No. 3. – p. 41–43.

21. Demchenko, V.I. Extrusion products of barley in the production of bakery products/V. I. Demchenko, V.I. Korchagin, G.O. Magomedov, L.I. Stolyarov, N.M. Derkanosova, V.I. Karpenko//IV International researcher-Scient. conf. Introduction netradic. and Ed. s.h.: Plant Materials.– Ulyanovsk, 2002.–1.– p. 238–241.
22. Garsh, Z. È., Improvement of technology and co-founder of rye malt extracts using extrusion: synopsis of the DIS. ... Cand. Tech. Science: 05.18.01/Garsh Zinaida Èrgardovna.– M., 2010.– 26 p.
23. Magomedov, G. O. food extrusion technology/G. O. Magomedov, A. F. Brekhov, V. Ya. Black, V. P. Yuriev// food industry.– 2003.– No. 12.– P. 10–16.
24. Ostrikov, A. N. Extrusion Technology products/A. N. Ostrikov, G. A. Magomedov, N. M. Derkanosova, V. N. Vasylenko, O. V. Abramov, K. V. Platov.– Spb.: science, 2007.– 202 p.
25. De Pilli, T. Effects of operating conditions on oil loss and structure of almond snacks/T. De Pilli, B. F. Carbone, A. Derossi, A. G. Fiore, C. Severini //International Journal of Food Science and Technology.– 2008.– Vol. 43.– № 3.– P. 430–439.
26. Rudas, P. G. Use extrusion to obtain product with defined properties//food and the rational use of raw materials/ Kemer. Tech. Inst f. prom. Kemerovo.– 2007- ISS. 12.– p. 112–114.
27. Alavi, S. H. Structural properties of protein-stabilized starch-based supercritical fluid extrudates / S. H. Alavi, B. K. Gogoi, M. Khan, B. J., Bowman, S. S. H. Rizvi // Food Research International.– 1999.– № 32.– P. 107–118.
28. Bradford, M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding/M. M. Bradford//Anal. Biochem., 1976.– № 72.– P. 248–254.
29. Ekstrudatov method of manufacturing: Pat. 2,460,315 Russian Federation IPC and 23 L1/0000. /G.V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, G. V. Avrorov, P. A. Erushov; applicant and patentee of SEI HPE «the Penza State technological Academy.–№ 20011107960; Appl. 01.03.2011; published. 10/09/2011, Newsletter. No. 256.– 6 p.
30. Shaburova G. V. Increase the technological capacity of unmalted grains/G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina//Technics and technology of food production.– 2014.– No. 1 (32) .– P. 90–96.
31. Avrorov, V. A. Theoretical study of traffic conditions the processed material in the extruder with the upgraded matrix odnošnekovom/V. A. Avrorov, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov, P. K. Voronina, V. V. Lovceva//Food industry and Agriculture: achievements, problems, perspectives: a collection of articles VIII international scientific-practical Conference.– Penza: Volga House knowledge, 2014.– p. 3–8.
32. Kurochkin A. A., Theoretical substantiation of the termovakuumnogo effect in the workflow of the upgraded extruder/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina//proceedings of the Samara State Agricultural Academy.– 2015.– № 3.– P. 15–20.
33. Shaburova G. V. Extruded oat as raw material for enrichment of bread/G. V. Shaburova, P. K. Voronina, N. N. Shmatkova//Food industry and Agriculture: achievements, problems, perspectives.– collection of articles 8-th international scientifically-practical Conference. Edited by V. A. Avrorova.– Penza, 2014.– P. 97–101.
34. Kurochkin A. A., Prospects for the use of buckwheat extruded in brewing and baking/G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov//Proceedings of the Samara State Agricultural Academy.– 2014.– № 4.– P. 79–83.
35. Shaburova G. V. Protein complex extruded barley/Shaburova G. V., Kurochkin A. A., V. P. Chistyakov, V. V. Novikov//beer and soft drinks.– 2007.– № 3.– P. 12.
36. Novikov V. V. Determination of volumetric flow of extruded articles in the zone of single screw extrusion press extruder/V. V. Novikov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, N. A. Harybina, D. N. Aziatkin//Herald of the Altai HAU.– Barnaul, 2011.– No. 1. P. 91–94.
37. Kurochkin A. A., Extrusion products from vegetable raw materials with high content of lipids/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina//Proceedings of the Samara State Agricultural Academy.–2014.– № 4.– P. 70–74.
38. Kurochkin A. A., Using extruded barley in brewing/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov//beer and soft drinks.– 2006.– № 5.– P. 16–17.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ФАРШИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

З. А. Бочкарева

Показано влияние компонентов фаршей на формирование потребительских свойств мясных фаршированных изделий из мясорастительной массы, обогащенной экструдатом пшеничных отрубей.

Ключевые слова: изделия, мясные, фаршированные, рубленые.

Введение

Использование различных растительных добавок для производства мясных рубленых полуфабрикатов и изделий является перспективным направлением с целью повышения функциональной направленности пищевых продуктов из мяса [1].

Одним из перспективных видов для производства функциональных продуктов в общественном питании является рубленая масса из мяса. Полуфабрикаты и изделия, вырабатываемые на предприятиях общественного питания из рубленого мяса, имеют широкое распространение, но не имеют разнообразных вкусовых свойств. Разнообразить вкусовые достоинства и расширить ассортимент возможно, вырабатывая фаршированные изделия – зразы из рубленой мясной массы. Фарши из овощей, сухофруктов, орехов, круп способствуют обогащению мясных рубленых изделий, содержащимися в них минеральными солями, витаминами, клетчаткой, пищевыми волокнами, другими биологически активными веществами.

На предприятиях общественного питания практическая реализация выработки мясных рубленых изделий из котлетного мяса осуществляется в основном с пшеничным хлебом, несмотря на то что многими исследованиями доказано, что замена пшеничного хлеба другим растительным функциональным сырьем не ухудшает качественные характеристики изделий [2].

Цель работы: исследование качественных показателей фаршированных изделий из мясорастительной массы, обогащенной экструдатом пшеничных отрубей.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований в работе являлись мясные фаршированные изделия, содержащие экструдат пшеничных отрубей в рубленой массе в качестве наполнителя.

Использовали котлетную массу на основе говядины II сорта, в которой часть мяса заменяли экструдатом пшеничных отрубей, представляющий собой порошок коричнево-серого цвета, свойственный отрубям пшеничным, с гранулами 1,0...4 мм,

полученный термической обработкой смеси отрубей пшеничных с солью в экструдере и помолотый на мельнице, предназначенный для использования в пищевой промышленности. Уровень замены мясного сырья отрубями составил 10%. Ранее исследованиями установлено, что экструдат необходимо предварительно гидратировать для получения продукта с хорошими органолептическими показателями [2].

Для фаршей использовали лук репчатый свежий, картофель, морковь, курагу, шампиньоны, рис, крупу манную, чернослив, орехи грецкие (ядро), яйца, изюм, тыкву, сухари панировочные, соль поваренную пищевую, перец черный молотый.

Для определения микробиологических и органолептических показателей исследуемых объектов применялись общепринятые методики: органолептическую оценку проводили по ГОСТ 31986–2012, физико-химические и микробиологические показатели – стандартными методами.

На первом этапе осуществлялось комплексное изучение качественных характеристик экструдата пшеничных отрубей, овощей, фруктов, сухофруктов, круп, обоснованы способы их подготовки для использования в качестве рецептурных ингредиентов в производстве мясных фаршированных полуфабрикатов. Тепловая обработка проводилась в пароконвектомате.

На следующем этапе был исследован комплекс качественных показателей мясных фаршированных изделий.

Результаты и их обсуждение

Определён наиболее перспективный ассортимент компонентов, который может использоваться в качестве функциональных наполнителей при производстве мясoproductов в сети общественного питания.

При подборе растительных компонентов учитывались такие факторы, как сочетаемость с мясным сырьем, себестоимость и доступность сырьевых ресурсов для России. В связи с этим изучен рынок растительного сырья, рассмотрены его пищевая ценность и технологические свойства. На основании изученного материала выбраны следу-

ющие натуральные продукты, способствующие повышению пищевой ценности мясорастительных изделий: картофель, морковь, лук репчатый, тыква, чернослив, изюм, курага, грецкие орехи, грибы (шампиньоны), крупа (рис, крупа манная).

В таблице 1 показаны данные, характеризующие химический состав продуктов, используемых для фарширования мясных рубленых изделий.

Анализ химического состава продуктов, используемых для фарширования мясных рубленых изделий, дает основание для использования их в качестве компонентов фарша, как дополнительных источников пищевых волокон, белков и минеральных веществ.

В таблице 2 показаны данные, характеризующие химический состав экструдата пшеничных отрубей [2].

Таблица 1 – Химический состав продуктов, используемых для фарширования мясных рубленых изделий

Исследуемый объект	Показатели, %					
	Влага	Пищевые волокна	Белок	Жир	Зола	Углеводы
Картофель	78,6	1,4	2	0,4	1,1	16,3
Лук репчатый	86	3	1,4	0,2	1	8,2
Морковь	88	2,4	1,3	0,1	1	6,9
Тыква	91,8	0,95	1	0,1	0,55	4,4
Шампиньоны свежие	91	2,6	4,3	1	1	0,1
Курага	20	18	5,2	0,3	1	51
Чернослив	25	9	2,3	0,7	2	57,5
Изюм	18	9,6	2,3	0,5	2,4	65,8
Орехи грецкие	3,8	2,9	16,2	60,8	2	11,1
Крупа рисовая	14	3	7	1	0,7	74
Крупа манная	12	0,2	12,3	6,1	0,65	59,5

Таблица 2 – Химический состав экструдата пшеничных отрубей

Исследуемый объект	Показатели, %					
	Влага	Пищевые волокна	Белок	Жир	Зола	Углеводы
Экструдат пшеничных отрубей	9,3	30	15,3	3,5	6,05	35,2

Таблица 3 – Рецептуры фаршированных изделий из мясорастительной массы с частичной заменой котлетного мяса экструдатом

Сырье	Расход сырья на 100 кг выхода готовых зраз				
	Деликатесные	Сюрприз	Оригинальные	Нежные	Особые
Говядина (котлетное мясо)	50	50	50	50	50
Свинина жилованная жирная	10	10	10	10	10
Экструдат пшеничных отрубей	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Вода	18	18	18	18	18
Фарши:					
Рис отварной	16				13
морковь	8				8
изюм	3				
Лук репчатый	8	8			
Масло растительное	2	2			
Картофель		15			
Шампиньоны		20			
Чернослив			17/20		
Грецкий орех (ядро)			10		
Тыква				18	
Каша манная (вязкая)				13	
курага					7/9
Соль поваренная пищевая	2	2	2	2	2
Сухари панировочные	5	5	5	3	5
Масло растительное	2	2	2	2	2

Таблица 4 – Результаты органолептической оценки мясорастительных фаршированных изделий

Образцы фаршированных изделий	внешний вид	цвет	запах	вкус	консистенция	сочность	средняя оценка
Зразы Деликатесные	4,3	4,4	4	4,2	4,3	4,1	4,22
Зразы Сюрприз	4	4,4	4,3	4,9	4,4	4,7	4,4
Зразы Оригинальные	4,8	4,3	4,1	4,1	4,5	4	4,3
Зразы Нежные	4	4,2	4,1	4,2	4,4	4,3	4,2
Зразы Особые	4,5	4,4	4,4	4,5	4,4	4,6	4,47

Таблица 5 – Химический состав мясорастительных фаршированных изделий

Показатели, %	Наименование фаршированных изделий				
	Зразы «Деликатесные»	Зразы «Сюрприз»	Зразы «Оригинальные»	Зразы «Нежные»	Зразы «Особые»
Влага	63,92	65,51	62,49	64,07	64,58
Белок	15,37	12,33	12,59	11,37	11,37
Жир	13,73	21,26	29,29	21,72	25,52

Таблица 6 – Микробиологические показатели мясорастительных фаршированных изделий

Наименование фаршированных изделий	Определяемый показатель	Результаты исследований	Нормируемый показатель	НД на методы исследования
Зразы «Сюрприз», «Оригинальные», «Особые»	КМАФАнМ, КОЕ/г	<1×10 ²	Не>1×10 ³	ГОСТ 10444.15-94
	БГКП (колиформы)	В 1,0 не обнаружено	В 1,0 не допускается	ГОСТ 31747-2012
	Патогенные, в т. ч. сальмонеллы	В 25,0 не обнаружено	В 25,0 не допускается	ГОСТ 31659-2012
	S. aureus	В 1,0 не обнаружено	В 1,0 не допускается	ГОСТ 31746-2012
	Proteus	В 0,1 не обнаружено	В 0,1 не допускается	ГОСТ 28560-90

Рецептуры фаршированных изделий на основе мясорастительной массы с частичной заменой котлетного мяса экструдатом представлены в таблице 3.

В оценке качества мясных продуктов приоритетными методами являются органолептические. Результаты органолептической оценки зачастую бывают окончательными и решающими при определении качества продукции. Органолептическую оценку изделий проводили по пятибалльной шкале. При этом учитывали внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенцию, сочность готовых фаршированных изделий. Результаты органолептической оценки представлены в таблице 4.

Органолептическая оценка готовых изделий показала, что изделия, изготовленные по предлагаемым рецептурам, имеют высокие органолептические показатели. Каждый из пяти видов мясных фаршированных изделий имеют своеобразный вкус, консистенцию и запах.

При тепловой обработке изделия в основном сохранили форму, зразы «Сюрприз» и «Нежные» имели трещины на поверхности, что связано с бо-

лее высокой влажностью фаршей. Зразы «Оригинальные» имели самый лучший внешний вид, на это повлияло заниженное содержание влаги в фарше (орехи грецкие, чернослив). Цвет: свойственный мясным фаршированным изделиям: котлетной массы – серо-коричневый, фарша – соответствующий входящим компонентам. Запах – свойственный жареному мясу, без посторонних привкусов и запахов; консистенция изделий – мягкая, сочная, прожаренная – котлетной массы, фарша – сочная, мягкая. Вкус изделий разнообразный, зависит от вида фарша, оценка зависит от вкусовых предпочтений и сочетания мяса с компонентами фарша. Самую высокую оценку по вкусу получили зразы «Сюрприз», т.к. имеют традиционный вкус, зразы «Оригинальные» за счет орехов и чернослива в какой-то степени имели вкус выпеченных мучных изделий, зразы «Деликатесные» и «Нежные» за счет содержания сладковатых продуктов получили одинаковую оценку.

Данные исследования общего химического состава образцов представлены в таблице 5.

Результаты исследований показывают, что физико-химические показатели в большей степени зависят от вида фарша. Все изделия имеют достаточно высокую массовую долю влаги, что влияет на сочность изделий. Массовая доля жира выше в зразях «Оригинальные», т.к в рецептуру фарша входят грецкие орехи.

Исследования на наличие микроорганизмов в испытуемых образцах проводились в Испытательном лабораторном центре ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пензенской области».

В качестве испытуемых объектов, исследования были проведены на следующих видах мясных фаршированных изделий: зразы «Оригинальные», «Особые», «Сюрприз».

Исследования микробиологических показателей готовых фаршированных изделий, показали, что они соответствуют показателям нормативных документов. Результаты исследований сведены в таблицу 6.

Выводы

Доказана перспективность использования экструдата пшеничных отрубей в качестве растительного наполнителя для изготовления мясных фаршированных изделий из рубленой массы. Использование разнообразных фаршей способствует повышению качества, улучшению вкусовых характеристик, а также расширению ассортимента фаршированных изделий.

Список литературы

1. Могильный, М.П. Функциональные мясные рубленые изделия для профилактики алиментарных состояний. – Известия вузов. Пищевая технология. – № 1. – 2010. – С. 41–43.
2. Бочкарева З.А. Разработка технологий функциональных пищевых продуктов из рубленого мяса с продуктами переработки зерна: автореф. дис. канд. техн. наук. – М.: МГУТУ, 2006. – 24 с.

QUALITY CHARACTERISTIC OF STUFFED MEAT AND PLANT PRODUCTS

Z.A. Bochkareva

The influence of minced meat components on formation of consumer's properties of stuffed meat products made from meat and plant paste enriched with wheat bran extrudate is shown.

Keywords: products, stuffed meat, chopped.

References

1. Mogilny, M.P. Functional meat chopped products for preventive maintenance of alimentary conditions / M.P. Mogilny // News of institutes of higher education. Food technology. – № 1. – 2010. – P. 41–43
2. Bochkareva, Z.A. Development of technologies for functional foods from chopped meat with products of grain processing: thesis for the degree of cand. of techn. sciences. – Moscow State University of Technologies and Management, 2006. – P. 24

РАЗРАБОТКА ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ХМЕЛЕ-ТЫКВЕННОЙ ЗАКВАСКИ

Е. П. Иванова

В статье предложен способ и средства приготовления хмеле-тыквенной закваски, позволяющие обогатить хлеб ржано-пшеничный биологически активными веществами, что подтверждается данными нутриентного баланса. Предложена эскизная схема для производства хмеле-тыквенной закваски, с возможностью ее высушивания. В качестве основного оборудования процесса сушки выбрана двухступенчатая конвективная вакуум-импульсная сушилка, для которой получены оптимальные режимы.

Ключевые слова: хмеле-тыквенная закваска, отруби, нутриентный баланс, пищевая ценность, ржано-пшеничный хлеб, вакуумная сушка.

Введение

Традиционный русский хлеб готовится на закваске, такой хлеб дольше сохраняет свою свежесть и обладает особым вкусом и ароматом, при этом технология приготовления самой закваски довольно трудоемка, в связи с чем, многие производители переходят на использование прессованных дрожжей, забывая традиционные технологии.

Существует огромное количество рецептов приготовления заквасок на основе пшеничного или ржаного теста, с использованием прессованных дрожжей, молочнокислых бактерий, либо закваски спонтанного брожения.

Хлеб имеет постоянную, не изменяющуюся, несмотря на ежедневное потребление усвояемость. Он удовлетворяет потребности человека в углеводах почти на половину, в белках на треть. Хлеб содержит большое количество витаминов группы В, железа и фосфора. Средний уровень потребления хлеба составляет 20–25% от общей массы потребляемой пищи, что позволяет использовать хлеб для дополнительного обогащения витаминами, минералами и пищевыми волокнами.

Рассматривая возможность обогащения хлебопродуктов, считаем, что одним из главных направлений является использование натуральных ингредиентов растительного происхождения – картофеля, кукурузы, томата и т.д. Весьма перспективным является изучение возможности введения в рецептуру хлебобулочных изделий тыквы. Из всего многообразия сортов по содержанию сухих и биологически активных веществ (БАВ) лидером является тыква сорта «Мичуринская», выведенная профессором Ю.Г. Скрипниковым [1]. А при выведении закваски спонтанного брожения, без использования чистых культур дрожжей возможно применение такого растения, как хмель. Тыква позволяет обогатить хлебобулочные изделия пищевыми волокнами, клетчаткой, пектином и другими БАВ. Внесение тыквы на стадии производства закваски позволяет интенсифицировать работу дрожжевых клеток, ускорив тем самым время брожения

тестовых заготовок. При этом хмель в свою очередь оказывает бактерицидное действие, не давая развиваться в закваске посторонним микроорганизмам.

Целью работы является обогащение БАВ хлебобулочных изделий за счет использования в рецептуре тыквы, хмеля, отрубей в производстве закваски спонтанного брожения в различных вариациях технологического исполнения. обоснование использования тыквы, хмеля и отрубей в производстве хлебобулочной закваски спонтанного брожения.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являются бродильные и тепло – массообменные процессы приготовления ХТЗ и растительные ингредиенты.

Для получения хлеба с наилучшими органолептическими показателями требуется внести мякоть тыквы в количестве 10% от массы муки и хмель – 0,05% от массы муки. Для получения сухой ХТЗ необходимо в закваску внести пшеничные отруби в количестве 4% от массы муки.

На основе рецептуры и данных о содержании микроэлементов и витаминов в исходном сырье (мука, отруби, тыква, хмель) был составлен нутриентный баланс для хлеба ржано-пшеничного. Результаты данного расчета приведены в таблице 1.

Введение отрубей в ржано-пшеничный хлеб позволяет повысить содержание витамина В1 на 8,82%, витамина Е на 12,2%, витамина РР на 11,9%, магния на 19,8%, калия на 8,9%, фосфора на 21%, железа на 13,7%. Также важным фактором является повышение количества пищевых волокон на 38,48% при добавлении отрубей. В связи с чем, данный хлеб может быть использован при формировании рациона людей страдающих избыточным весом, т.к. переваривание хлеба с высоким содержанием пищевых волокон требует дополнительных затрат энергии.

Кроме того использование в закваске тыквы позволяет ощутимо обогатить хлеб витамином

Таблица 1 – Повышение пищевой ценности ржано-пшеничного хлеба

Пищевая ценность	Пищевая ценность продукта «Хлеб ржано-пшеничный», на 250 г	Нутриентный баланс продукта «Хлеб ржано-пшеничный» (250 г готового продукта), %	Пищевая ценность отрубей пшеничных (7,17 г)	Нутриентный баланс отрубей пшеничных (7,17 г), %	Пищевая ценность тыквы (10 г)	Нутриентный баланс тыквы (10 г), %
Калорийность, кКал	502,5	30	29,12	1,73	11,7	0,7
Белки, г	19,25±3,32	41,75	2,82±0,023	6,14	0,26±0,0065	0,57
Жиры, г	3,5±0,0325	6,25	9,88±0,7	1,2	0,79±0,237	1,4
Углеводы, г	94,25±2,88	37,5	2,93±0,25	1,182	0,94±0,033	0,38
Витамины						
Витамин А, мг	0	0	0	0	210±5,25	23,3
Бэта-каротин, мг	0,0075± 0,00035	0,15	0	0		
Витамин В1, мг	0,5±0,003	33,25	0,132±0,002	8,82	210±10,5	0,47
Витамин В2 (рибофлавин), мг	0,225±0,01	15	0,046±0,003	2,54	0,01±0,00038	0,56
Витамин В5 (пантотеновая), мг	1,375±0,01	27,5	0	0	0,06±0,003	1,2
Витамин В6 (пиридоксин), мг	0,5± 0,004	0,25	0	0	0,02±0,00058	1
Витамин В9	72,5±5,9	0,18	0	0	1,94±0,039	0,49
Витамин В12 (кобаламины), мг	0	0	0	0	0	0
Витамин С, мг	0	0	0	0	0	0
Витамин D, мг	0	0	0	0	0	0
Витамин Е, мг	5,75±0,035	38,25	1,83±0,007	12,2	0,06±0,00108	0,4
Витамин Н, мг	19,875±0,033	0,098			0	0
Витамин РР, мг	5±0,319	22,1	2,38±0,03	11,9	0,133±0,006	0,67
Холин, мг	150±8,2	30			0	0
Пищевые вещества	3±0,16	15	7,69±0,12	38,48		
Макроэлементы						
Кальций, мг	82,5± 8,1	8,25	26,4±2,21	2,64	5,29±0,217	0,53
Магний, мг	142,5±11,6	35,625	79,08±9,48	19,8	2,35±0,0282	0,59
Натрий, мг	1000±24,3	76,9	0	0	0	0
Калий, мг	610±19,2	24,4	222±6,89	8,9	28,3±1,92	11,3
Фосфор, мг	485±15,7	60,6	167±5,32	21	5,36±0,31	0,67
Хлор, мг	1700±31,6	73,9	0	0	2,82±0,0564	0,12
Сера, мг	140±8,8	14	0	0	3,12±0,078	0,31
Микроэлементы						
Железо, мг	11,25± 0,3	62,5	2,47±0,06	13,7	0,07±0,0035	0,39
Цинк, мг	2,675±0,3	22,25	0	0	0,07±0,0035	0,43
Медь, мкг	457,5±14,68	45,75	0	0	28,8±1,44	2,81
Марганец, мг	2,45± 0,005	1,225	0	0	0,029±0,00145	1,46
Селен, мкг	13,75± 0,38	25	0	0	0,12±0,006	0,22
Фтор, мкг	24±2,16	1,5	0	0	11,9±0,595	0,3
Молибден, мкг	10,3±0,28	36,75	0	0	0,16±0,008	0,23
Бор, мкг	42±1,23	5,25	0	0	0	0
Ванадий, мкг	43±2,11	267,5	0	0	1,060±0,053	2,65
Кремний, мг	5,5±0,28	45,75	0	0	0,31±0,0155	1,06
Кобальт, мкг	2±0,048	0,5	0	0	0,17±0,0085	1,7
Хром, мкг	7,5±0,037	15	0	0	0	0

А (на 23,3%), который очень важен для полноценного развития детей.

При производстве закваски хмель оказывает угнетающее действие на развитие патогенных микроорганизмов, тыква является хорошей питательной средой для развития дрожжевых клеток, а отруби являются источником диких дрожжей, что в совокупности позволяет получить закваску с заданными свойствами за более короткий промежуток времени.

Для удобства транспортировки, увеличения срока хранения, реализации готовой закваски ее необходимо законсервировать – высушить. При выборе сушильного оборудования необходимо учитывать, что закваска относится к классу коллоидных капиллярно – пористых тел с влажностью 60–72%. Во время сушки необходимо сохранить не только БАВ, но и жизнедеятельность дрожжевых клеток, которые погибают полностью при температурном воздействии свыше 60 °С. Наиболее полно всем этим требованиям отвечает ДКВИС [4]. Схема приготовления сухой закваски приведена на рисунке 1 [2].

Согласно представленной схеме хмель заливается водой и выпаривается 45–60 мин до уменьшения объема в два раза. Полученный отвар процеживается и перемешивается с хлебопекарной мукой и перетертой тыквой. Через несколько часов наблюдается начало брожения полученной смеси. При этом тыква благоприятно сказывается на качестве

получаемой закваски. Содержащиеся в ней минеральные вещества, органические кислоты, а также комплекс ферментов (липаза и липоксегиназа) позволяют увеличить подъемную силу закваски, что приводит к сокращению времени ее приготовления [3]. После чего добавляются отруби и в таком виде, закваска подается на сушку. Высушенный полуфабрикат измельчается и упаковывается.

Эксперименты проводились с начальной влажностью закваски 60–72% до конечной влажностью 8–10%, в результате которых получены оптимальные режимы сушки закваски на ДКВИС [4]. Общее время продолжительности сушки составляет 54 мин. Максимальная температура теплоносителя первой конвективной ступени 42–45 °С, его скорость – 3 м/с. Для второй – вакуум-импульсной сушки: температура теплоносителя – 50 °С, число циклов – 5, с временем каждой стадии по 120 с. Для получения закваски влажностью 8–10% требуется 5 циклов.

Весь технологический процесс при этом можно разделить на два этапа: подготовительный – приготовление хмеле-тыквенной закваски и основной – сушка. При подборе оборудования для каждого этапа приняты критерии выбора и расчета: производительность, надежность, энергоемкости и т.д. [2]. При выборе оборудования для второго этапа возможно два варианта, в зависимости от целей производства. Эскизная схема производства сухой ХТЗ представлена на рисунке 2.

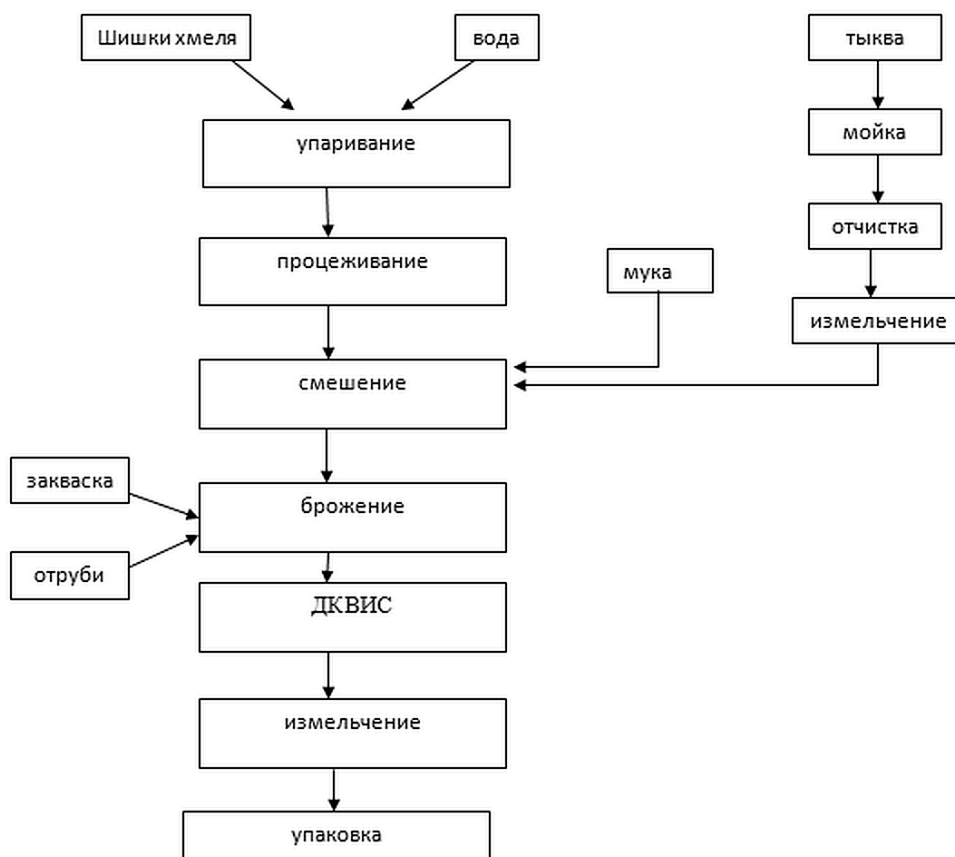


Рис. 1. Технологическая схема получения сухой хмеле-тыквенной закваски

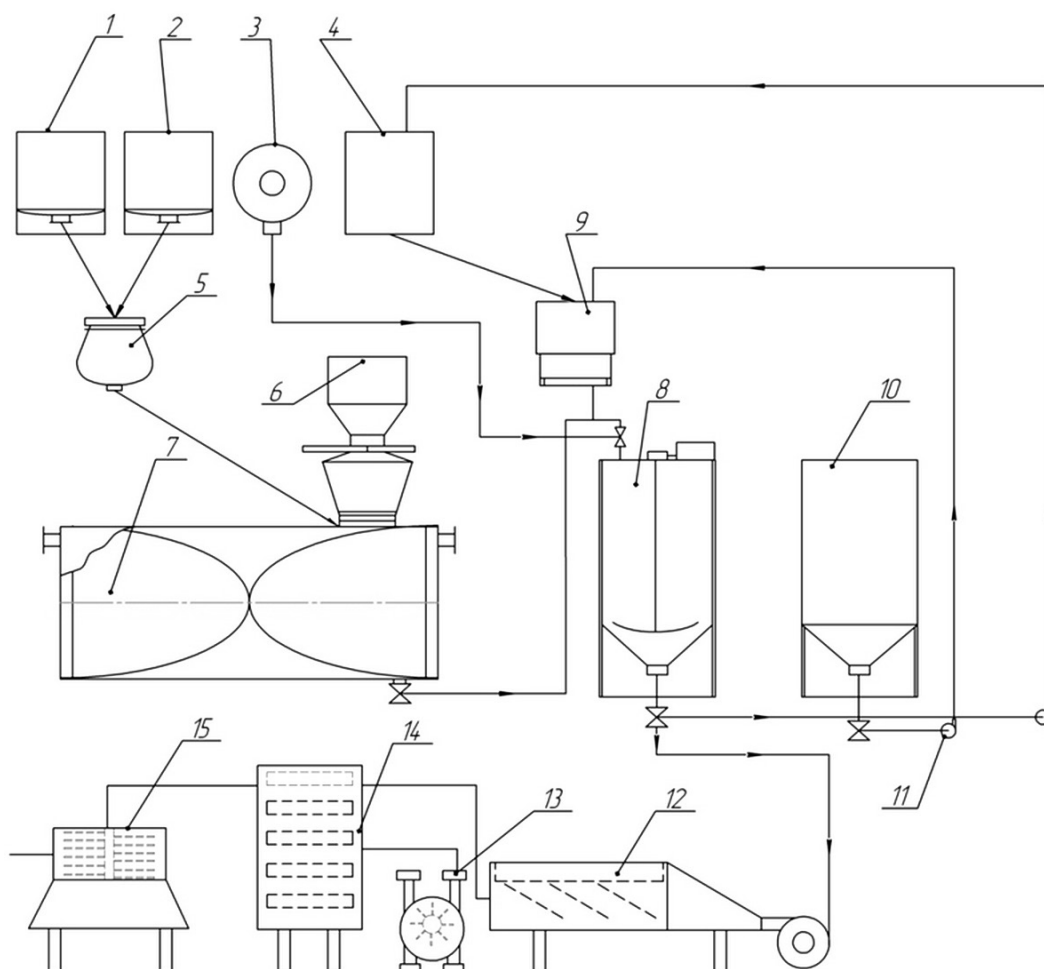


Рис. 2. Эскизная схема производства сухой ХТЗ:

1, 2 – напорные бачки для холодной и горячей воды соответственно; 3 – бункер-дозатор для измельченной тыквы; 4 – емкость для жидкой хмеле-тыквенной закваски; 5 – дозатор жидких компонентов; 6 – дозатор сыпучих компонентов; 7 – заварочная машина; 8 – дрожжевой чан; 9 – дозировочная станция; 10 – вакуумный выпариватель; 11 – насос; 12 – конвективную ступень ДКВИС; 13 – вакуумный насос; 14 – вакуумно-импульсный шкаф ДКВИС; 15 – дробилка



Рис. 3. Определение подъемной силы закваски методом всплывающего шарика

При непосредственном использовании закваски, без транспортирования ее на дальнейшее расстояние целесообразно упростить технологическую линию, используя один вакуумный шкаф, что позволит сократить материальные и энергетические затраты.

Результаты и их обсуждение

Использование закваски из хмеля, тыквы и отрубей позволяет получить хлеб с высоким содержанием таких необходимых организму человека веществ, как витамины В1, В2, РР, А, минеральные вещества: кальций, магний, железо, марганец, а также пищевые волокна, которые регулируют перистальтику кишечника. Таким образом, хлеб, произведенный с использованием ХТЗ, возможно рекомендовать для диетического питания и для профилактики заболеваний пищеварения.

С технологической точки зрения, применение тыквы в закваске способствует ее быстрейшему созреванию и увеличению подъемной силы, что было

установлено экспериментально методом всплывающего шарика (рисунок 3).

Приготовление закваски без использования дрожжей возможно лишь при использовании вакуумного шкафа, который позволяет получить более чистую культуру дрожжевых клеток, т.к. вакуум обладает, в определенной степени, бактерицидным действием.

Таким образом, в зависимости от нужд и объемов хлебопекарного производства выпуск закваски организуется двумя вариантами технологии приготовления закваски:

1. для транспортирования и для увеличения сроков хранения закваска, высушиваемая с использованием ДКВИС;
2. для безотрывного производства – выдержка в вакуумном шкафу с целью дополнительного «очищения» закваски спонтанного брожения от микроорганизмов-анаэробов, которые погибают в условиях вакуума.

Выводы

Доказана целесообразность внесения тыквы в количестве 7% и отрубей в количестве 5% от массы муки.

Внесение тыквы и отрубей обогащает ржанопшеничный хлеб витаминами, как В1, Е, РР, а также микроэлементами: магнием, калием, фосфором, железом.

Использование тыквы позволяет увеличить подъемную силу закваски на 5–7 минут.

Использование хмеля, обеспечивает интенсификацию процесса брожения, улучшает микрофлору закваски и повышает микробиологическую стойкость хлебобулочных изделий при хранении.

Применение вакуумного шкафа производит дополнительную санацию закваски.

Экспериментально получены оптимальные режимы сушки ДКВИС. Общее время сушки 54 мин, при температуре первой ступени 42–45 °С, второй ступени – 50 °С.

Список литературы

1. Патент № 2752. Селекционное достижение тыква крупноплодная Мичуринская (CucurbitamaximaDuch) /Скрипников Ю.Г. заявитель и патентообладатель Мичуринский государственный аграрный университет. Заявл. 04.07.2000 г. Зарегистрирован в госреестре охраняемых селекционных достижений 14.06.2005.
2. Иванова, Е.П. Выбор и обоснование биотехнологической системы для производства хмеле-тыквенной закваски / Е.П. Иванова, Ю.В. Родионов, В.П. Капустин // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2015. – № 5 (95). – С. 62–66.
3. Пат. 2363159 Российская Федерация, МПК А21D8/02, А21D2/36. Способ приготовления хмелевой закваски для производства хлеба /Шипицина М. И.; заявитель и патентообладатель ООО Научно-производственный центр «Русский рецепт». № 2007134484/13, заявл. 14.09.2007; опубл. 10.08.2009, бюл. № 22.
4. Пат. 2548230 Российская Федерация, МПК F26B17/10, F26B5/04. Энергосберегающая двухступенчатая сушильная установка для растительных материалов / Родионов Ю.В., Никитин Д.В., Зорин А.С., Щегольков А.В., Дмитриев В.М., Ларионова Е.П. заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», ООО «Новые агрегаты вакуумной сушки» ООО Навакс». № 2013111266/06, заявл. 12.03.2013; опубл. 20.04.2015, бюл. № 11.

DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION LINE HOP-PUMPKIN LEAVEN

E. P. Ivanova

The article provides a method and means for the preparation of hop-pumpkin sourdough, rye bread enriches - Wheat biologically active substances, which is reflected data nutrient balance. A sketch diagram for the production of hop-pumpkin leaven, with the possibility of drying. As the main process equipment selected two-stage convective drying vacuum-impulse dryer, for which the optimal mode.

Keywords: hop-pumpkin sourdough, bran, nutrient balance, nutritional value, rye - wheat bread, vacuum drying.

References

1. Patent No. 2752. The achievement of breeding large-fruited pumpkin Michurinsk (CucurbitamaximaDuch) / Yu. G. Skripnikov applicant and patentee of the Michurinsk state agrarian University. Appl. On 04.07.2000 Registered in the state register of protected selection achievements 14.06.2005.

2. Ivanova, E. P. Selection and justification of biotechnological system for the production of khmelevo-pumpkin yeast / E. P. Ivanova, Yu. V. Rodionov, V. P. Kapustin // Almanac of modern science and education. Tambov: Diploma, 2015. – № 5 (95) . – p. 62-66.
3. Pat. 2363159 Russian Federation, IPC A21D8/02, A21D2/36. Method of preparing hop leaven for bread / Shipitsina M. I.; applicant and patentee LLC Scientific-production center of «Russian recipe». No. 2007134484/13, Appl. 14.09.2007; publ. 10.08.2009, bull. No. 22.
4. Pat. 2548230 Russian Federation, IPC F26B17/10, F26B5/04. Energy saving two-stage drying unit for plant materials / Rodionov, Y. V., Nikitin D. V., Zorin A. S., Shchegolkov A.V., Dmitriev V. M., Larionov E. P. applicant and patent holder FGBOU VPO «Tambov state technical University, OOO New units of vacuum drying». Navex». No. 2013111266/06, Appl. 12.03.2013; publ. 20.04.2015, bull. No. 11.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯЧМЕНЯ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Г. В. Шабурова, П. К. Воронина

Приведены результаты исследований разработки научно обоснованных технологических решений практической реализации технологии хлеба из пшеничной муки высшего сорта с использованием экструдированного ячменя.

Ключевые слова: экструзионная обработка, ячмень, мука пшеничная, технология хлеба.

Введение

Перспективным направлением создания новых сортов хлебобулочных изделий и развития инновационных технологий хлеба и мучных кондитерских изделий является применение зерновых культур, позволяющих обогатить продукты питания пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами. В связи этим, поиск новых видов сырья с целью разработки технологий нового ассортимента хлебобулочных изделий, производство которых основано на использовании сортовой пшеничной муки с низким содержанием перечисленных ингредиентов, является актуальным.

Целью исследования является разработка технологий производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки с применением муки экструдата ячменя.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлся экструдат ячменя, полученный по инновационной технологии. Предмет исследования – технология хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Применяли общепринятые и специальные методы определения органолептических, физико-химических, биохимических показателей, характеризующих хлебопекарные свойства и пищевую ценность муки, полуфабрикатов и готовой продукции.

Результаты и их обсуждение

Поддержание здоровья, работоспособности и активного долголетия человека обусловлено полноценным и регулярным снабжением его организма всеми необходимыми витаминами и минеральными веществами. Эффективным решением задачи улучшения обеспеченности населения микронутриентами представляется развитие технологий пищевых продуктов массового спроса, обогащенных макро- и микронутриентами [1, 2]. К продуктам массового спроса относят хлебобулочные изделия.

Результаты исследований отечественных и зарубежных ученых свидетельствуют об эффективно-

сти продуктов переработки ячменя, как природных энтеросорбентов, способствующих выведению из организма человека различных токсичных соединений, в частности металло- и хлорорганических, а так же неорганических солей металлов [3, 4].

Тумановой А.Е. и Рожковой Е.С. обоснована возможность и целесообразность использования муки ячменной в количестве 5–10% в качестве замены пшеничной муки при приготовлении затяжного и до 15% при производстве сдобного овсяного печенья [5].

Научный интерес вызывает возможность применения при производстве хлебобулочных изделий экструдатов (до 25% муки по рецептуре), получаемых из целого зерна ячменя в экструдере при температуре 125–195 °С в течение 30–40 с, скорости вращения шнека $38,2 \pm 2 \text{ с}^{-1}$ и диаметре матрицы выходного отверстия 8 мм. Для замеса теста использовали очищенную воду. Дегустационная оценка органолептических и физико-химических свойств готовых изделий показала преимущество пробных образцов по сравнению с контрольным [6].

Кроме того, для обогащения хлебобулочных изделий разработана биологически ценная текстурированная композиция, состоящая из 25% углеводно-белковой фракции амаранта (побочного продукта производства масла из зерна амаранта *Amaranthus caudatus*), 65% крупки ячменя и 10% крупки гороха, получаемая в экструдере при следующих параметрах: температура внутри шнековой камеры 150...160 °С, на выходе 120...125 °С, диаметр выходных отверстий матрицы 11 мм. Полученную экструдированную массу охлаждали, измельчали и вносили на стадии замеса теста в дозировках 5–11%, что приводило к существенному замедлению черствения готовых изделий за счет увеличения водопоглотительной способности крахмала, вносимого в составе текстурированной композиции [7].

Таким образом, литературные данные свидетельствуют о том, что ячмень имеет богатый химический состав, обладает функциональным и технологическим потенциалом. Кроме того, ячмень содержит большое количество питательных веществ, обладает высокой пищевой и биологиче-

Таблица 1 – Физико-химические показатели хлеба

Показатели	Экструдат ячменя, % к массе пшеничной муки высшего сорта					
	0 (контроль)	3	5	10	15	20
Удельный объем, см ³ /г	2,7	2,8	3,3	3,5	3,7	2,7
Пористость, %	72	72	73	74,2	74	71,7
Влажность, %	42,5	42,3	43	43	42,5	42
Кислотность, град	1,9	2,1	2,2	2,2	2,3	2,5
Формоустойчивость, Н:Д	0,38	0,38	0,42	0,43	0,43	0,41

ской ценностью, в связи с чем, его целесообразно рассматривать как ценное сырье для производства пищевых продуктов с функционально-технологическими свойствами. В наших исследованиях использовали экструдат ячменя, полученный в условиях термовакуумного воздействия на экструдированное зерно в момент выхода его из экструдера. При этом в вакуумной камере модернизированного экструдера возможно регулирование структурных и функциональных свойств готового продукта, а также его влажность [8, 9, 10, 11, 12, 13].

Экструдат ячменя получали путем обработки в экструдере целого зерна ячменя влажностью 14...18% в течение 15...25 с при температуре 110...125 °С, после чего экструдат на выходе из фильеры экструдера подвергали воздействию пониженного давления с целью достижения в нем содержания влаги не более 10%. Величину пониженного давления (вакуума) регулируют в пределах 0,045...0,055 МПа в зависимости от содержания влаги в обрабатываемом сырье. На выходе из фильеры экструдат разрезается на частицы размером 1,5...2,0 мм режущим устройством, входящим в состав экструдера.

В связи с тем, что содержание влаги в экструдате регулируется путем изменения величины пониженного давления (вакуума) на выходе из фильеры, подвергать экструзии можно сырье с оптимальной для реализации данного процесса влажностью, не подвергая полученный продукт дополнительной сушке.

При экструзионной обработке ячменя за время менее 15 с клеточные стенки крахмала разрушаются недостаточно, а при превышении 25 с наблюдается эффект повышенной денатурации белков и снижения активности витаминов и ферментов.

Температура обработки ячменя ниже 110 °С за короткий период времени не приводит к разрушению клеточных стенок крахмала, а температура выше 125 °С приводит к денатурации белков, разрушению витаминов и клейстеризации крахмала.

Тесто готовили однофазным методом из муки пшеничной высшего сорта, дрожжей хлебопекарных прессованных, раствора соли, воды и измельченного экструдата ячменя.

Замешенное тесто с влажностью 44% созревало в течение 170 минут при температуре 32 °С. В процессе созревания теста через 60 и 120 минут проводили обминки.

Выброженное тесто подвергали разделке и направляли на расстойку при температуре воздуха 35...40 °С и относительной влажности 75...85%. Продолжительность выпечки составляет 25...30 минут при температуре 220...230 °С.

Результаты оценки показателей качества хлеба, приготовленного с применением различного количества измельченного экструдата ячменя к массе пшеничной муки высшего сорта, приведены в таблице 1. В качестве контрольного образца служил образец, приготовленный из 100% пшеничной муки.

При добавлении 3% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба незначительно отличается от контроля – на 3,7%, пористость остается на уровне контроля, влажность – в пределах, установленных стандартом, кислотность повысилась на 0,2 градуса, формоустойчивость образца – на уровне контроля. Использование этого количества измельченного экструдата ячменя несущественно улучшает структуру пористости и пищевую ценность хлеба.

При добавлении 5% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба увеличивается на 22,4%, пористость – на 1,4%, формоустойчивость повышается на 10,5%, кислотность на 0,3 градуса выше уровня контроля, влажность – в пределах, установленных стандартом. Хлеб имеет привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат.

При использовании 10% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба увеличивается на 29,6%, пористость увеличивается на 3,0%, формоустойчивость повышается на 13,1%, кислотность на 0,3 градуса выше уровня контроля, но в пределах, установленных стандартом, влажность – в пределах, установленных стандартом. Хлеб имеет привлекательный внешний вид, цвет мякиша – сероватый с желтым оттенком, приятный вкус и аромат.

При добавлении 15% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба возрастает на 37,0% по отношению к контролю, пористость – на 2,7%, формоустойчивость повышается на 13,1%, кислотность на 0,3 градуса выше уровня контроля, влажность – в пределах, установленных стандартом.

Хлеб имеет привлекательный внешний вид,

цвет мякиша – светлый с серовато-желтым оттенком, приятный вкус и аромат.

При добавлении 20% измельченного экструдата ячменя к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба находится на уровне контрольного образца, пористость снижается по отношению к контролю на 1,0%, кислотность и влажность – в пределах, установленных стандартом. При добавлении измельченного экструдата ячменя в количестве 20% к массе муки пшеничной высшего сорта снижаются органолептические показатели качества хлеба.

Вероятно, предварительная экструзионная обработка сырья и воздействие вакуума на выходе экструдата из фильеры вызывает биохимические изменения, способствующие снижению содержания нативного крахмала и повышению водорастворимых углеводов.

Кратковременный прогрев (не более 25 с) в условиях экструзионной обработки предотвращает разрушение витаминов. Наличие витаминов и повышенной доли аминного азота в измельченном экструдате ячменя до размеров частиц 1,5...2,0 мм позволяет достичь более интенсивного процесса спиртового брожения теста и вследствие этого повышения степени разрыхления теста.

Рациональным количеством экструдата ячменя является 5...15% к массе пшеничной муки высшего сорта, что способствует интенсификации спиртового брожения и повышению пищевой ценности хлеба.

Применение измельченного экструдата ячменя в количестве менее 5% к массе пшеничной муки высшего сорта повышает пищевую ценность хлеба, но приводит к незначительному улучшению органолептических и физико-химических показателей, таких как структура пористости, удельный объем хлеба.

Список литературы

1. Цыганова, Т.Б. Полифункциональные добавки и их роль в создании хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения/Т.Б. Цыганова // Хранение и переработка сельхозсырья.– 1997.– № 12.– С.43–44.
2. Шишков, Ю.И. Хлебобулочные изделия – продукты функционального назначения / Ю.И. Шишков, А.А. Рогов// Пищевая промышленность.– 2004.– № 12.– С. 92–94.
3. Касатов, А.Д. Зернопродукты в производстве хлебобулочных изделий/ А.Д. Касатов, З.В. Швецова // Хлебопечение России.– 1999.– № 5.– С. 7.
4. Tunland, B.C. Nondigestible Oligo- and Polysaccharides (Dietary Fiber): Their Physiology and Role in Human Health and Food/B.C. Tunland, D. Meyer//Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.– 2002.– v. 1.– № 3.– P. 90–109.
5. Туманова, А.Е. Применение нетрадиционного сырья при производстве мучных кондитерских изделий/ А.Е. Туманова, Е.С. Рожкова.– М.: Хлебпромиздат, 1996.– 22 с.
6. Демченко, В.И. Экструдаты ячменя в производстве хлебобулочных изделий /В. И. Демченко, В.И. Корчагин, Г.О. Магомедов, Л.И. Столяров, Н.М. Дерканосова, В.И. Карпенко// Хлебопечение России.– 2003.– № 5.– С. 16–17.
7. Пашенко Л.П. Комбинированная смесь для выработки хлебобулочных изделий / Л.П. Пашенко, И.А. Никитин, Ю.В. Васильева, М.В. Лагоденко//Хлебопечение России.– 2004.– № 4.– С. 1921
8. Курочкин, А.А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного

Применение измельченного экструдата ячменя в количестве более 15% к массе пшеничной муки высшего сорта повышает пищевую ценность хлеба, но приводит к ухудшению внешнего вида изделий, снижает органолептические показатели, удельный объем, пористость и потребительские свойства получаемого продукта.

Таким образом, при использовании измельченного экструдата ячменя в количестве 5...15% к массе муки пшеничной высшего сорта хлеб имеет привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат. Структура пористости: средняя, равномерная, развитая; мякиш хлеба хорошо пропеченный, невлажный, не липкий на ощупь, с едва заметными включениями частиц экструдата ячменя. Цвет мякиша готового хлеба светлый и светлый с серовато-желтым оттенком.

Новизна технических решений подтверждена патентом РФ 2480009 [14].

Выводы

Использование предлагаемого способа производства хлеба позволяет получить хлеб с обогащенным составом при сохранении высокого качества, потребительских свойств и повысить экономичность производства за счет снижения затрат на энергоресурсы, используемые для подготовки измельченного экструдата ячменя.

Получение хлеба высокого качества обусловлено использованием экструдата ячменя, полученного из целого зерна, что обогащает продукт дополнительным количеством пищевых волокон, белка, сахара, β-глюкана, витаминов В1, РР, В6, Е, фолиевой кислоты, макро- и микроэлементов (железо, фосфор, магний).

- сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2012.– № 4.– С. 86–91.
9. Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2013.– № 4.– С. 94–99.
10. Курочкин, А. А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Нива Поволжья.– 2014.– № 1.– С. 30–35.
11. Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 70–74.
12. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 3.– С. 14–20.
13. Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон/П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 4.– С. 65–71.
14. Способ производства хлеба: пат. 2480009 Российская Федерация МПК А 21 D 8/02, А 23 L 1/18, Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, Е. В. Петросова, В. В. Сударикова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского».– № 2011110415/13; заявл. 18.03.2011; опубл. 27.04.2013, Бюл. № 27.– 6 с.

USING THE PRODUCTS OF PROCESSING BARLEY IN BAKERY

G. V. Shaburova, P. K. Voronina

The results of research of development of science-based technology solutions The technology of bread from wheat flour with extruded barley.

Keywords: extrusion processing, barley, wheat flour, bread technology.

References

1. Tsyganova, T.B. Multifunctional additives and their role in creating bakery products of therapeutic and prophylactic / T.B. Tsyganov // Storage and processing of agricultural raw materials.– 1997.– № 12.– S.43–44.
2. Shishkov, Y.I. Bakery products – products functionality / Y.I. Shishkov A.A. Rogov // Food Industry.– 2004.– № 12.– S. 92–94.
3. Kasatov, A.D. Cereals in the manufacture of bakery products / A.D. Kasatov, Z.V. Shvetsova// Bakery Russia.– 1999.– № 5.– S. 7.
4. Tungland, B.C. Nondigestible Oligo- and Polysaccharides (Dietary Fiber): Their Physiology and Role in Human Health and Food/B.C. Tungland, D. Meyer//Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.– 2002.– v. 1.– № 3.– P. 90–109.
5. Tumanova A.E. Application of non-traditional raw material in the manufacture of pastry products / A. E. Tumanova, E. S. Rozhkova.– М.: Hlebpromizdat, 1996.– 22 p.
6. Demchenko, V.I. Extrudates barley in the production of bakery products / B. I. Demchenko, V. I. Korchagin, A. Magomedov, L. I. Stolyarov, N. M. Derkanosova V. I. Karpenko // Bakery Russia.– 2003.– № 5.– S. 16–17.
7. Pashchenko, L.P. combined mixture to produce bakery products / L. P. Pashchenko, I. A. Nikitin, V. Vasiliev, M. V. Lagodenko// Bakery Russia.– 2004.– № 4.– S. 1921
8. Kurochkin, A. A. Regulation of functional and technological properties of the extrudates of plant raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2012.– № 4.– S. 86–91.
9. Kurochkin, A. A. Adjusting the structure of the extrudates starch grain material / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2013.– № 4.– S. 94–99.

10. Kurochkin, A. A. Simulation of the process of obtaining extrudates based on new technological solutions / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // *Volga Niva*. – 2014. – № 1. – S. 30–35.
11. Kurochkin, A. A. The extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. – 2014. – № 4. – S. 70–74.
12. Kurochkin, A. A. Theoretical substantiation of thermal vacuum effect in the working process of the upgraded extruder / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. – 2015. – № 3. – S. 14–20.
13. Voronina P. K. Multifunctional composite with a high content of dietary fiber / P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. – 2015. – № 4. – pp 65–71.
14. A method of producing bread: US Pat. 2480009 Russian Federation IPC A 21 D 8/02, A 23 L 1/18, G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, Petrosova E. V., V. V. Sudarikova; applicant and patentee VPO «Moscow State University of Technology and Management of K. Razumovsky.» – № 2011110415/13; appl. 18.03.2011; publ. 04.27.2013, Bull. Number 27. – 6.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ РЕПЧАТОГО ЛУКА

Д. И. Фролов, К. П. Фудин

Проанализированы химические характеристики в свежем луке и после сушки при различных температурах, чтобы оценить эффект сушки и влияния температурного режима на химический состав продукта (содержание влаги, сахара, сырого протеина, золы, жира, сырой клетчатки, кислотность и витамина С). Из полученных результатов было подтверждено, что на некоторые химические компоненты лука сушка не влияет (зола, жир, сырой протеин, сырая клетчатка), тогда как на другие влияет значительно (сахар, кислотность и витамин С).

Ключевые слова: сушка, температурный режим, лук репчатый, химический состав.

Введение

Из всего многообразия овощных культур, возделываемых в России, лук является наиболее распространенным и занимает особое место в производстве овощеводческой продукции. В настоящее время из-за возрастающей потребности населения и пищевой промышленности в репчатом луке ежегодно увеличиваются посевные площади лука. Для решения проблем интенсификации уборки лука проведены многочисленные исследования [1–8], позволяющие повысить качество уборки и сократить часть операций [9–12]. Ввиду того, что после уборки встает вопрос о хранении лука и его переработке, тем более мощности современных перерабатывающих предприятий позволяют переработать

значительную часть лука и получить товарную продукцию.

Одним из наиболее доступных средств сохранения овощной продукции является конвективная сушка, этим способом лук перерабатывается для повышения эффективности хранения.

Настоящая работа направлена с одной стороны на изучение кинетики сушки, а с другой стороны на анализ содержания химических веществ в репчатом луке до и после сушки.

Цель работы – выявить и оценить степень влияния температурных факторов и режимов конвективной сушки на содержание химических веществ в репчатом луке.

Задачи исследования: определить температурный режим сушки, оказывающий наименьшее

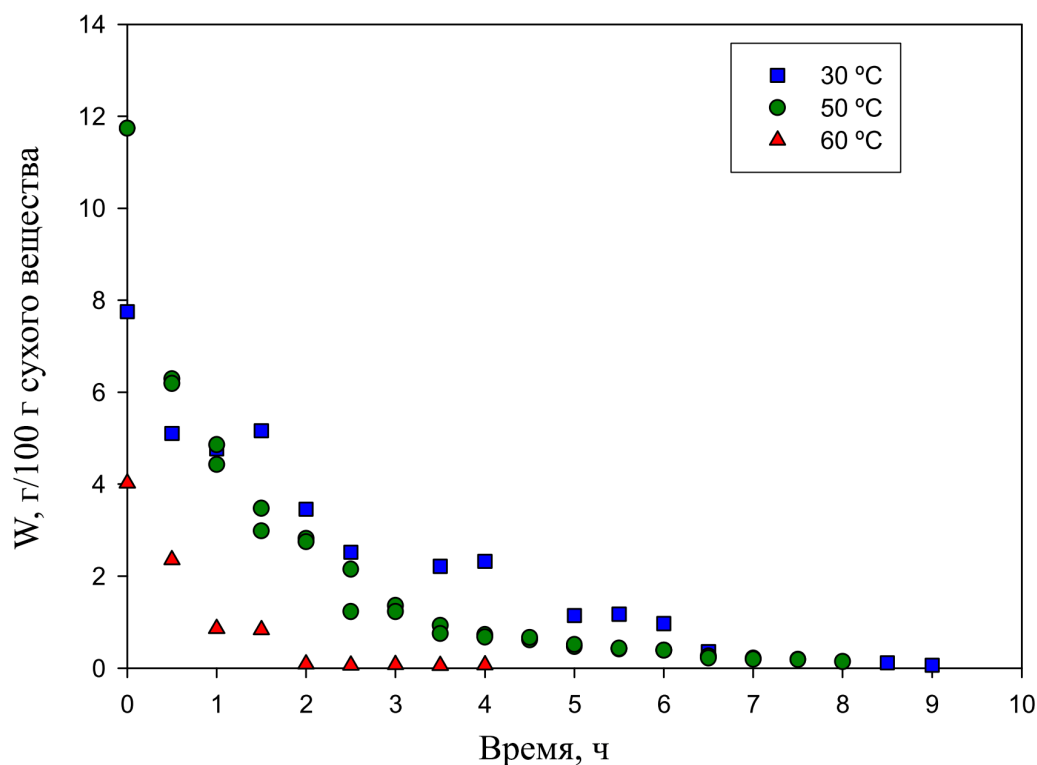


Рис. 1. Зависимость потери влаги при температурных режимах 30, 50 и 60 °C от времени

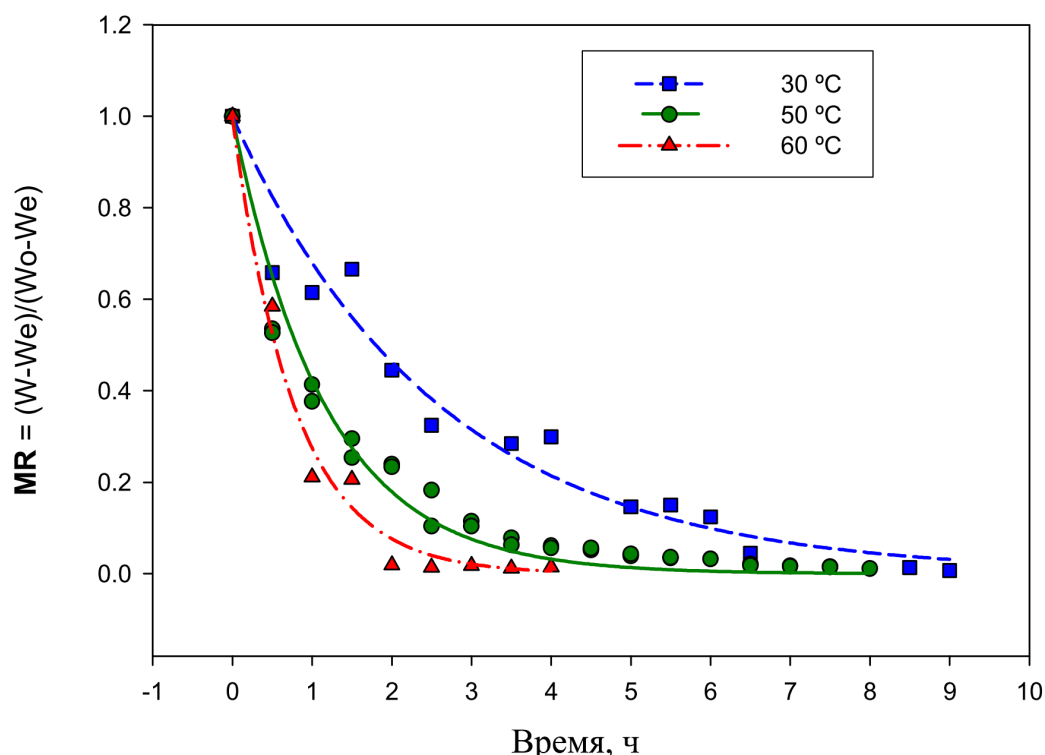


Рис. 2. Аппроксимация экспериментальных данных к ньютоновой модели сушки при температурных режимах 30, 50 и 60 °C

влияние на химический состав лука репчатого; провести анализ содержания химических веществ в репчатом луке до и после сушки.

Объекты и методы исследований

Для опытов были отобраны образцы лука репчатого, промыты и разрезаны на образцы диаметром примерно 2,5 см и толщиной от 3 до 4 мм. Образцы помещались в вентилируемую печь (WTB Binder) с потоком воздуха 300 м³/ч. Воздух циркулирует параллельно с образцами, скорость 0,35 м/с. Средняя температура впуска воздуха поддерживалась постоянной в каждом эксперименте. Эксперименты, проводившиеся при различных температурах 30 °C, 40 °C, 50 °C и 60 °C, проводились до тех пор, пока содержание влаги в образцах не достигало 20% или меньше.

Периодически некоторые образцы брались из печи случайным образом и проверялись на содержание влаги. Измерения влажности делались с помощью галогенового анализатора влажности (HG53), который был ранее откалиброван.

Химический состав лука до и после обработки определялся общеизвестными методами: золы, сырого протеина, пищевых волокон (ГОСТ 25555.4–91, ГОСТ ISO 762–2013); витамина С (ГОСТ 24556–89); сахаров (ГОСТ 29030–91); кислотности (ГОСТ ISO 750–2013); жиров (ГОСТ 8756.21–89).

Результаты и их обсуждение

После проведения эксперимента были полу-

чены данные конвективной сушки лука при различных температурных режимах (30, 50 и 60 °C) и построен сравнительный график потери влаги от времени сушки (рис. 1).

Экспериментально полученные данные для различных температур (30, 50, 60 °C) были изучены и построены графики зависимостей в виде отношения безразмерной переменной влаги (MR) от времени (в часах), где:

$$MR = (W - W_E) / (W_0 - W_E) \quad (1)$$

где W – влажность во время t;

W_E – равновесная влажность;

W_0 – начальная влажность (г воды/г сухого вещества).

Аппроксимация экспериментальных данных к ньютоновой модели сушки $\{MR = \exp(-kt)\}$ при температурных режимах 30, 50 и 60 °C (рис. 2).

Влияние температуры сушки на химический состав лука, в свежем и обезвоженном виде при различных температурных режимах (30, 40, 50 и 60 °C) можно проанализировать в табл. 1. Из полученных результатов можно увидеть, что некоторые компоненты не зависят от температуры сушки (жир, зола, сырой протеин и сырая клетчатка), тогда как другие существенно зависят (сахар, кислотность и витамин С).

При повышении температуры от 30 до 60 °C происходит уменьшение сахаров (около 21% по сухому веществу), витамина С (уменьшается от 137 до 89 мг/100 г сухого вещества) и проистекает зна-

Таблица 1 – Химический состав свежего лука и после сушки при различных температурах

	Свежий лук	Сушка при 30°C	Сушка при 40°C	Сушка при 50°C	Сушка при 60°C
Влага, %	91,24	21,49	13,32	17,48	16
Зола, г/100 г сух. в.	3,44	3,4	5,28	4,59	4,18
Сахара, г/100 г сух. в.	55,99	43,41	40,26	33,31	22,42
Жир, г/100 г сух. в.	0,56	0,24	0,41	0,27	0,34
Сырой протеин, г/100 г сух. в.	0,56	1,01	0,1	0,59	0,36
Сырая клетчатка, г/100 г сух. в.	5,6	4,3	6,1	4,87	4,84
Кислотность, мл/100 г сух. в.	36,71	20,95	20,79	19,37	15,83
Витамин С, мг/100 г сух. в.	1889	137	136	134	89

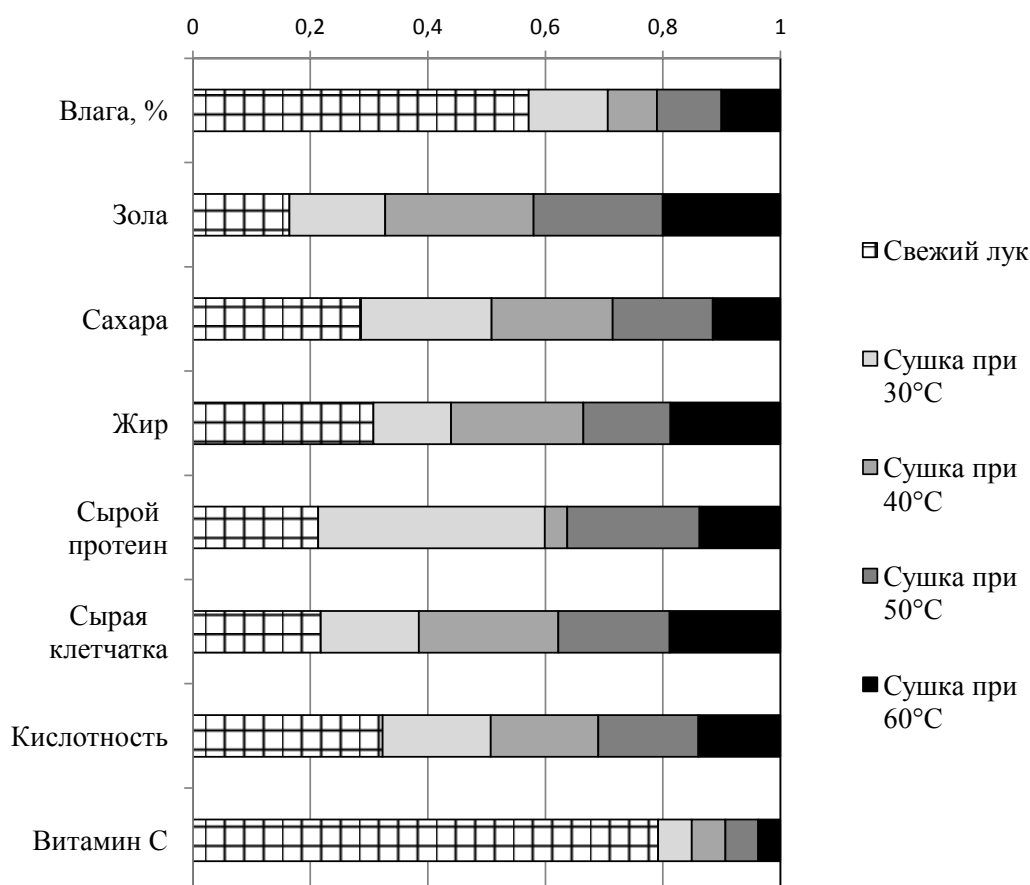


Рис. 3. Химический состав свежего лука и после сушки при температурах 30–60 °C

чительная потеря летучих кислот (примерно от 21 до 16 мл/100 г сухого вещества).

Эти результаты были ожидаемы (рис. 3), поскольку эти компоненты сильно зависят от температуры сушки: сахар снижается благодаря реакции Майяра, повышение температуры приводит к испарению летучих кислот, присутствующих в луке, а витамин С как известно, чрезвычайно чувствителен к температуре. На самом деле, разница между содержанием витамина С в свежем луке и луке, обезвоженном при любой температуре (в том числе низкой температуре 30 °C) чрезвычайно высока, что указывает, что обезвоживание сильно влияет на содержание витамина С.

Выводы

Из анализа химического состава до и после конвективной сушки был сделан вывод, что сушка влияет только на компоненты лука, которые более чувствительны к температуре: сахар, кислотность и витамин С, они уменьшаются в значительной степени.

С другой стороны, хотя происходит некоторая потеря качества конечного продукта, повышение температуры сушки является важной, так как увеличение температуры от 30 до 60 °C позволяет сократить время сушки от 7 до 2 часов, что приводит к существенной экономии энергии.

Список литературы

1. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с.
2. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с.
3. Ларюшин, Н. П. Уборка без задержек/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 48–49.
4. Ларюшин, А. М. Совершенствование технологии уборки лука / А. М. Ларюшин, Н. П. Ларюшин, Д. И. Фролов // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17–18.
5. Фролов, Д. И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука/Д. И. Фролов, С. В. Чекайкин//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С.158–161.
6. Ларюшин, Н. П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 2. – С. 15–17.
7. Фролов, Д. И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 18–23.
8. Ларюшин, Н. П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Нива Поволжья. – 2008. – № 2. – С. 46–51.
9. Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины/Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 3. – С. 29–33.
10. Фролов, Д. И. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука /Д.И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1 (29). – С. 120–126.
11. Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4 (1). С. 30–35.
12. Пчелинцева, О. Н. Повышение универсальности ботвоудаляющей машины за счет модернизации кожуха для удаления картофельной ботвы / О. Н. Пчелинцева, К. П. Фудин // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 29–33.

STUDY OF THE KINETICS OF CONVECTIVE DRYING OF ONIONS

D .I. Frolov, K. P. Fudin

Chemical characteristics analyzed in fresh onion and dried at different temperatures to evaluate the effect of drying and the influence of temperature on the chemical composition of the product (moisture content, sugar, crude protein, ash, fat, crude fiber, acidity and vitamin C). From these results, it was confirmed that some of the chemical components of the onion does not affect drying (ash, fat, crude protein, crude fiber), whereas the other significantly affect (sugar, acidity, and vitamin C).

Keywords: drying, temperature, onions, chemical composition.

References

1. Frolov, D. I. Development of cutter tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 153 p.
2. Frolov, D. I. Development of cutter tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: author. dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 18 p.

3. Laryushin, N. P. Harvesting without delay/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Rural machine operator. – 2007. – No. 7. – Pp. 48-49.
4. Laryushin, A. M. improving the technology of harvesting onion / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of International Forum on problems of science, technology and education. – M.: Academy of Earth Sciences, 2007. – Pp. 17-18.
5. Frolov, D. I. Justification of rational parameters haulm removing machine for sowing Luke/D. I. Frolov, S. V. Chekalkin//XXI century: the past and challenges of the present plus. 2014. No. 6 (22). Pp. 158–161.
6. Laryushin, N. P. Haulm removing machine the Optimal parameters of working body of the cutter leaf mass/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Tractors and farm machinery. – 2010. – No. 2. – Pp. 15-17.
7. Frolov, D. I. Substantiation of the optimum frequency of rotation of the working body of the haulm removing machine / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2013. – No. 3. – Pp. 18-23.
8. Laryushin, N. P. Substantiation of constructive-regime parameters botopasie device in laboratory studies/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Niva Povolzhya. – 2008. – No. 2. – P. 46-51.
9. Frolov, I. D. Modeling of process of removal of onion tops working body of the haulm removing machine/D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 3. – S. 29-33.
10. Frolov, D. I. determination of the optimal parameters haulm removing machine for sowing Luke /D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova//Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy. -2015. –№ 1 (29) . – Pp. 120-126.
11. Frolov, D. I. Analysis of haulm removing machine of the working body with the optimization of the air flow inside the bonnet/D. I. Frolov//Innovative mashinery and technology. – 2014. – № 4 (1). Pp. 30-35.
12. Pchelintseva, O. N. Increases versatility of the haulm removing machine through the modernization of the casing for removal of potato haulm / O. N. Pchelintseva, K. P. Fudin // Innovative mashinery and technology. – 2015. – № 2 (03). Pp. 29-33.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ В ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н. Н. Шматкова, П. К. Воронина

Рассмотрена целесообразность применения экструдированной смеси, включающей семена расторопши и зерно пшеницы, в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов для создания функциональных хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: расторопша, экструзионная обработка, функциональные продукты питания.

Введение

К приоритетным задачам пищевой промышленности Российской Федерации относится поиск новых видов сырья и разработка на их основе перспективных технологий новых высококачественных пищевых продуктов, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами, способствующими улучшению многих физиологических процессов, повышению защитной системы организма человека от неблагоприятных воздействий окружающей среды, снижению риска развития алиментарно-зависимых заболеваний. В хлебопекарной промышленности в настоящее время отмечается устойчивая тенденция использования нетрадиционного сырья растительного происхождения с целью расширения производства изделий функционального и лечебно-профилактического назначения. Одним из перспективных путей решения этой проблемы может быть обогащение хлебобулочных изделий продуктами переработки расторопши.

Целью исследований является разработка технологии приготовления хлебобулочных изделий с применением экструдированной композитной смеси семян расторопши пятнистой и зерна пшеницы.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является композитная смесь, полученная путем обработки в экструдере семян расторопши пятнистой сорта Дебют и зерна пшеницы сорта Саратовская 36 в соотношении 1:3 с влажностью 16...20% в течение 10...15 с при температуре 100...105 °С с последующим воздействием на выходящее из матрицы экструдера сырье пониженным давлением, равным 0,05 МПа с целью более интенсивного «вскипания» (вспучивания) и достижения в экструдате содержания влаги не более 8%.

Для исследования влияния экструдированной композитной смеси на хлебопекарные свойства муки использовали пшеничную муку высшего сорта с содержанием сырой клейковины 28,8%. Опытные образцы готовили с заменой части пшеничной муки на измельченную композитную смесь

в дозировке от 3, 5, 7, 10 и 15% к общей массе муки. В качестве контрольного образца служил образец без внесения композитной смеси.

В работе использованы общепринятые, стандартные и специальные методы исследований показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

В соответствии с поставленной целью определены основные задачи исследования:

- обоснование применения экструдата композитной смеси семян расторопши и зерна пшеницы в технологии хлебобулочных изделий;
- изучение физико-химических показателей экструдированной композитной смеси;
- исследование функционально-технологических свойств сырья с целью обоснования выбора рецептурных компонентов для регулирования свойств полуфабрикатов и качества хлебобулочных изделий с экструдатом композитной смеси;
- определение влияния измельченного экструдата композитной смеси на органолептические и физико-химические показатели качества хлебобулочных изделий.

Результаты и их обсуждение

Продукты переработки расторопши пятнистой широко используются при изготовлении лекарственных препаратов, обеспечивающих защиту печени от токсических и аллергических повреждений, и могут применяться в пищевых технологиях в виде экстракта, масла, порошка нативных и обезжиренных семян. Плоды (семена) расторопши пятнистой богаты полиненасыщенными жирными кислотами, белками, клетчаткой, каротиноидами, витаминами Е и группы В. Семена расторопши содержат редко встречающееся в природе биологически активное вещество – силимарин, характеризующийся мощным гепатопротекторным и антиоксидантным действием [1]. Кроме того, семена этого растения богаты минеральными веществами и содержат: макроэлементы – калий, кальций, магний, железо; микроэлементы – марганец, медь, цинк, хром, селен, йод, бор [2].

Анализ данных литературы по химическому составу и пищевой ценности шрота и масла расто-

ропши, а также анализ специальной литературы по функциональному питанию, свидетельствует о возможности совместного применения масла и шрота расторопши в качестве натурального обогатителя хлебобулочных изделий белком, жиром, клетчаткой, флавоноидами, витаминами и минеральными веществами [3, 4].

В связи с этим, представляет интерес изучение возможности применения в технологии хлебобулочных изделий расторопши, подвергнутой экструзионной обработке. При этом следует отметить, что экструдирование растительного сырья с содержанием липидов более 8–10% в чистом виде без добавления каких-либо наполнителей не практикуется [5].

С целью улучшения пористости экструдата, повышения сохранности масла в семенах расторопши предлагается подвергать экструзионной обработке смесь семян расторопши и зерна пшеницы.

Научной основой предлагаемой технологии являются установленные ранее достоверные факты значительной модификации свойств биополимеров под действием обработки растительного сырья в экструдере с вакуумной камерой, благодаря чему исключается значительный перегрев растительного сырья, а следовательно, биологическая ценность экструдированного продукта практически не отличается от биологической ценности исходного сырья [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Результаты сравнительного анализа химического состава нативного зерна пшеницы, нативных семян расторопши и экструдата композитной смеси приведены в таблице 1.

Сравнительный анализ химического состава пшеничной муки, нативного зерна пшеницы, нативных семян расторопши и композитной смеси свидетельствует о существенных различиях по содержанию их основных компонентов.

Установлено, что экструдат композитной смеси отличается более низкой массовой долей влаги в сравнении с пшеничной мукой, нативным зерном пшеницы и нативными семенами расторопши.

Массовая доля протеина в композитной смеси составляет 13,7%, что в 1,33 и в 1,1 раза выше, чем

в пшеничной муке и нативном зерне пшеницы, соответственно.

Как установлено ранее, наиболее значительные изменения в процессе экструзии претерпевает крахмал [11]. В результате экструзионной обработки создаются условия для его декстринизации. Крахмал муки, превращенный в декстрины, легче усваивается вследствие большей растворимости. Содержание крахмала в композитной смеси составляет 31,6%, что в 1,68 и в 1,66 раза ниже, чем в пшеничной муке и в зерне пшеницы, соответственно.

Содержание жира в композитной смеси в 7,6 раза выше, чем в пшеничной муке, что предполагает возможность обогащения хлебобулочных изделий полиненасыщенными жирными кислотами композитной смеси.

Повышенное содержание пищевых волокон и золы в композитной смеси свидетельствует о возможности обогащения хлебобулочных изделий пищевыми волокнами и минеральными веществами.

Анализ химического состава экструдата композитной смеси позволяет сделать вывод о целесообразности применения экструдированной композитной смеси в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов в конструировании новых видов хлебобулочных изделий гепатопротекторного и антиоксидантного действия, предназначенных для функционального питания.

На втором этапе с целью определения целесообразности использования экструдированной композитной смеси в рецептурах различного состава и назначения исследовали такие функционально-технологические свойства экструдированной композитной смеси, как водопоглотительная, водосвязывающая и жиросвязывающая способность, в сравнении с аналогичными свойствами пшеничной муки высшего сорта.

Водопоглотительная способность муки обусловлена химическим составом и состоянием зерен крахмала. Водосвязывающая способность характеризуется адсорбцией воды при участии гидрофильных остатков аминокислот, жиросвязывающая – адсорбцией жира за счет гидрофобных остатков. Водосвязывающая способность обусловлена в основном, свойствами белка и крахмала [12].

Таблица 1 – Химический состав пшеничной муки высшего сорта, зерна пшеницы, семян расторопши и экструдированной композитной смеси

Наименование показателя	Пшеничная мука высшего сорта	Нативное зерно пшеницы	Нативные семена расторопши	Композитная смесь
Массовая доля влаги, %	14	14	11,1	7,8
Массовая доля сырого протеина, % СВ	10,3	12,4	17,88	13,7
Массовая доля крахмала, % СВ	53	52,6	–	31,6
Массовая доля жира, % СВ	1,1	2,2	24,8	8,35
Массовая доля пищевых волокон, % СВ	0,1	2,6	18,36	6,46
Массовая доля сырой золы, % СВ	0,5	1,82	5	2,81

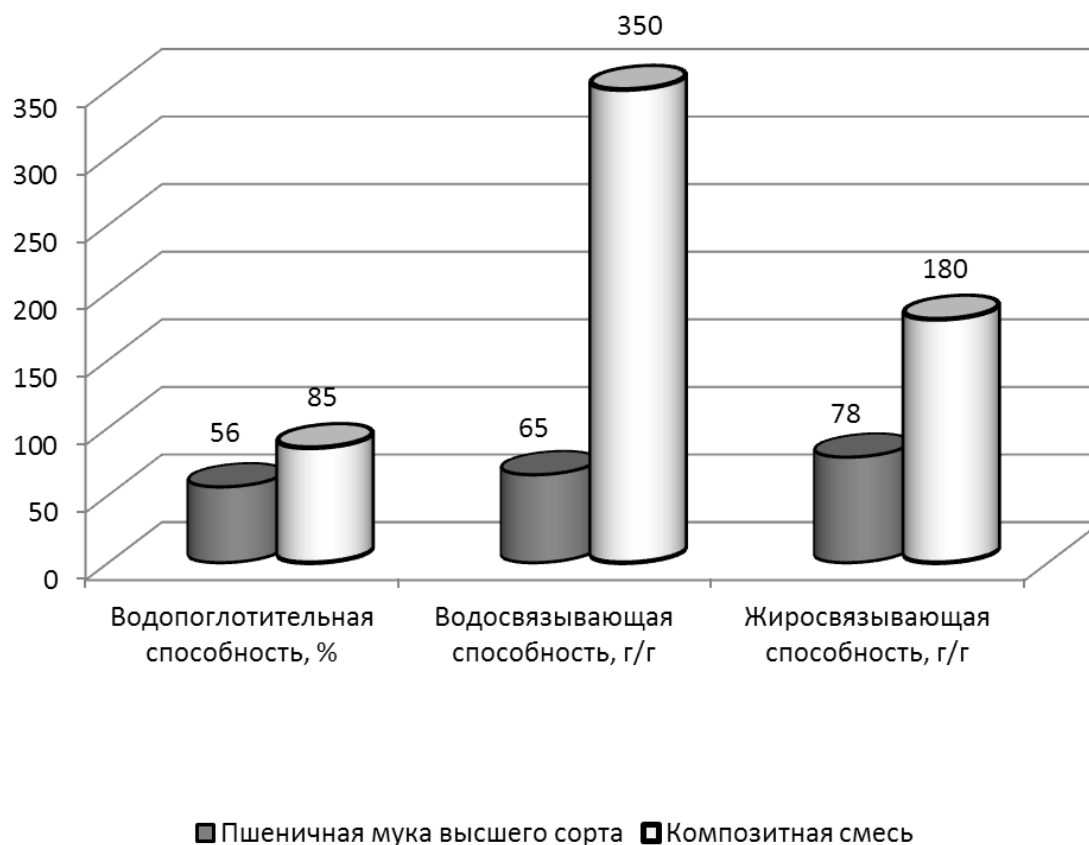


Рис. 1. Функционально-технологические свойства муки экструдата композитной смеси

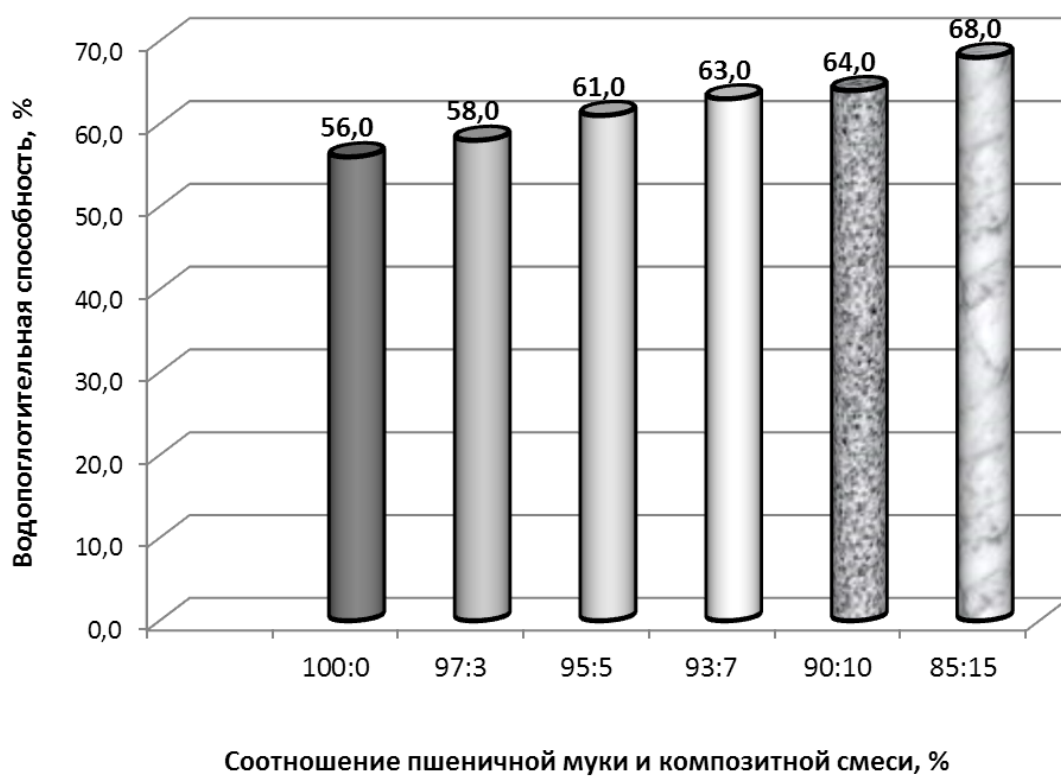


Рис. 2. Водопоглощательная способность смеси пшеничная мука+композитная смесь

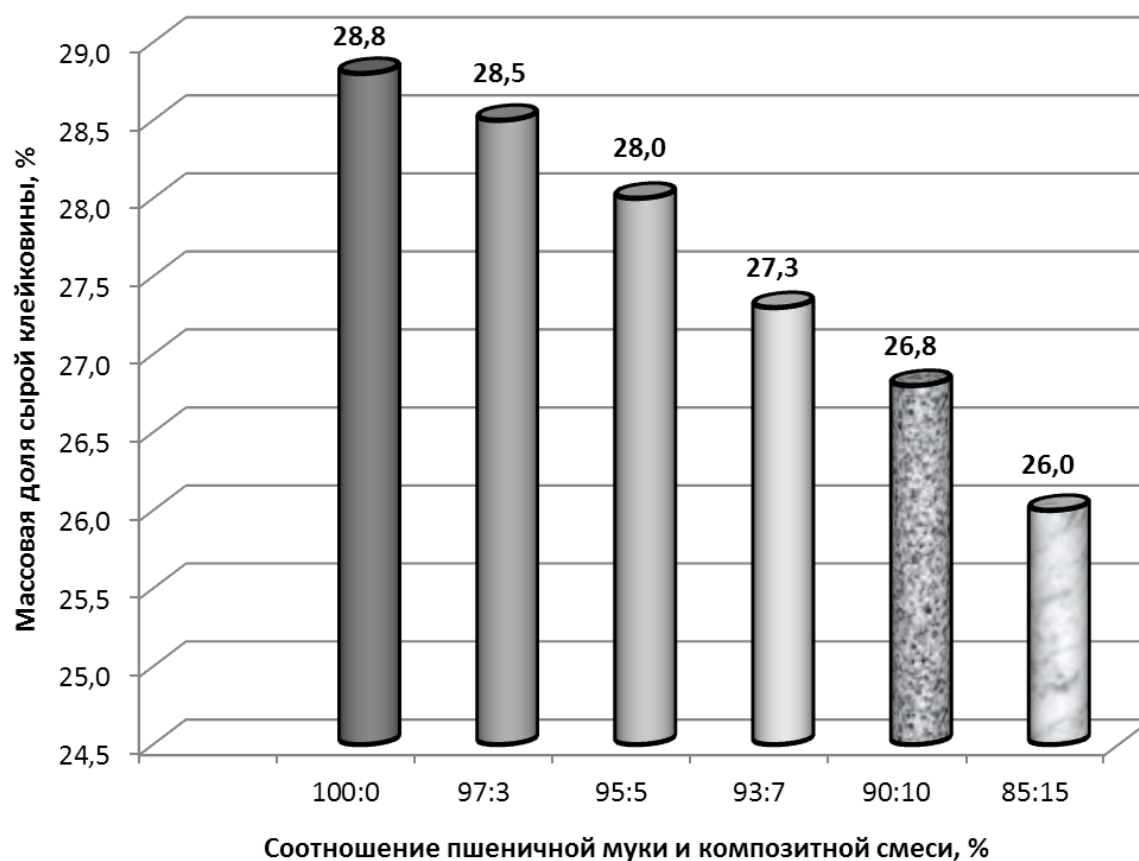


Рис. 3. Массовая доля сырой клейковины смеси пшеничная мука+композитная смесь

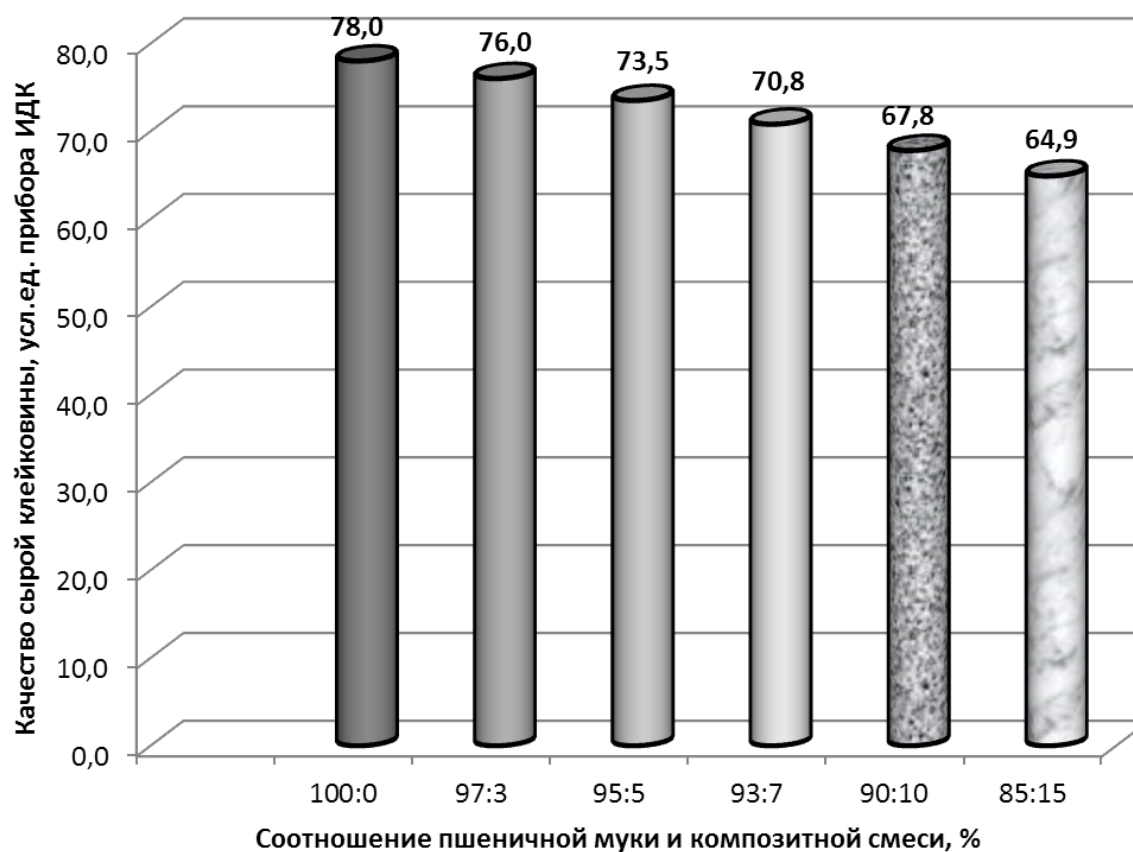


Рис. 4. Качество сырой клейковины смеси пшеничная мука+композитная смесь

Результаты исследования функционально-технологических свойств муки экструдата композитной смеси приведены на рисунке 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что экструдированная композитная смесь имеет значительно более высокие функционально-технологические показатели. Водопоглощательная, водосвязывающая и жиросвязывающая способности гречневой муки выше аналогичных показателей пшеничной муки высшего сорта в 1,5, 5,4 и 2,3 раза, соответственно. Высокий показатель водосвязывающей способности композитной смеси свидетельствует о потенциальной способности к замедлению процесса черствения хлеба, приготовленного с использованием экструдированной композитной смеси.

В связи с несомненным влиянием композитной смеси на течение технологического процесса, в дальнейшем исследовали водопоглощательную способность смеси пшеничной мука+композитная смесь, количество и качество клейковины пшеничной муки. Полученные результаты приведены на рисунке 2, 3 и 4.

Установлено в сравнении с контрольным образцом значительное повышение водопоглощательной способности пшеничной муки в образцах с содержанием экструдированной композитной смеси в количестве 3, 5, 7, 10 и 15% на 3,6; 8,9; 12,5; 14,3 и 21,4%, соответственно.

Результаты исследования количества клейковины муки экструдированной композитной смеси, включающей семена расторопши и зерно пшеницы, показали, что в контрольном образце из муки высшего сорта содержание клейковины составляло 28,8%. При внесении композитной смеси в количестве от 3, 5, 7, 10, 15% к общей массе муки количество сырой клейковины уменьшалось на 1,1; 2,9; 5,5; 7,5 и 10,8%, соответственно. Снижение содержания клейковинных белков связано с изменением белкового состава, что обусловлено влиянием присутствующей в составе композитной смеси расторопши, не содержащей фракций, способных образовывать клейковину.

Влияние композитной смеси на «силу» пшеничной муки оценивали по упругости клейковины

опытных образцов. Установлено, что изучаемая композитная смесь оказывает укрепляющее воздействие на клейковину муки, и может характеризоваться, как добавка окислительного действия. Укрепляющее действие на клейковину пшеничной муки обусловлено активным взаимодействием отдельных групп липидов композитной смеси с аминокислотами белков клейковины [13]. При этом наибольшее укрепляющее действие оказывает внесение композитной смеси в количестве 10 и 15%. Указанное количество композитной смеси значительно снизило содержание клейковины пшеничной муки (рисунок 3). Следует отметить, что низкое содержание клейковины обуславливает низкие хлебопекарные свойства пшеничной муки.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение о том, что внесение в муку высшего сорта различных концентраций муки композитной смеси приводит к качественному изменению технологических показателей качества полученных смесей муки. Рациональными дозировками композитной смеси следует считать внесение муки композитной смеси в количестве 3, 5 и 7% к общей массе муки.

Влияние экструдата композитной смеси на качество хлеба из пшеничной муки высшего сорта определяли с помощью пробных лабораторных выпечек при использовании рациональных дозировок композитной смеси. В готовых изделиях оценивали удельный объем хлеба, пористость мякиша, его влажность, кислотность и формоустойчивость подового хлеба. Результаты исследования кислотности приведены в таблице 2.

При добавлении 3% экструдата смеси семян расторопши пятнистой и зерна пшеницы к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба увеличивается на 7,4%, пористость – на 2,7%, формоустойчивость повышается на 8,3%, влажность – в пределах, установленных стандартом. Кислотность повысилась в 1,15 раза. Хлеб имеет привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат.

При использовании 5% экструдата смеси семян расторопши пятнистой и зерна пшеницы к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем

Таблица 2 – Влияние композитной смеси на качество готовых изделий

Показатели хлеба	Контрольный образец	Количество измельченного экструдата смеси семян расторопши пятнистой и зерна пшеницы, % к массе пшеничной муки высшего сорта		
		3	5	7
Удельный объем, см ³ /100 г	340	365	380	360
Пористость, %	72	74	75,2	73
Влажность, %	42,5	43	43	43,5
Кислотность, град	2,6	3	3	3,4
Формоустойчивость, Н:Д	0,48	0,52	0,58	0,49

хлеба увеличивается на 11,8%, пористость увеличивается на 4,4%, формоустойчивость повышается на 20,8%, влажность – в пределах, установленных стандартом. Кислотность повысилась в 1,15 раза. Хлеб имеет привлекательный внешний вид, цвет мякиша – сероватый с желтым оттенком, приятный вкус и аромат.

При добавлении 7% экструдата смеси семян рапсостружки пятнистой и зерна пшеницы к массе муки пшеничной высшего сорта удельный объем хлеба возрастает на 5,9% по отношению к контролю, пористость – на 1,4%, формоустойчивость повышается на 2,1%, влажность – в пределах, установленных стандартом. Кислотность повысилась в 1,3 раза. Цвет мякиша – светлый с серым оттенком, вкус и аромат несколько снижаются по сравнению с предыдущим образцом.

Таким образом, при использовании экструдата семян рапсостружки в количестве 3...5% к массе муки пшеничной высшего сорта хлеб имеет привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат. Структура пористости: средняя, равномерная, развитая; мякиш хлеба хорошо пропеченный, не-

влажный, не липкий на ощупь, с едва заметными включениями частиц экструдата. Цвет мякиша готового хлеба светлый и светлый с серовато-желтым оттенком.

Выводы

Установлено положительное воздействие экстрадированной композитной смеси, включающей семена рапсостружки и зерно пшеницы, на качество хлеба. Внесение экструдата смеси семян рапсостружки пятнистой и зерна пшеницы благоприятно отразилось на вкусе и пористости пшеничного хлеба. Определены рациональные дозировки экструдата смеси семян рапсостружки пятнистой и зерна пшеницы в качестве добавки для использования в технологии производства хлебобулочных изделий.

Применение композитной смеси в технологии хлеба позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий функционального назначения при сохранении высокого качества и потребительских свойств.

Список литературы

1. Куркин, В. А. Рапсостружка пятнистая – источник лекарственных средств (обзор) / В. А. Куркин // Химико-фармацевтический журнал. – 2003. – Т. 37. – № 4. – С. 27–41.
2. Блинохватов, А. Ф. Композиция масел льна и рапсостружки как источник полиненасыщенных жирных кислот и органического селена / А. Ф. Блинохватов, Г. И. Боряев, Ю. В. Кравченко и др. // Образование, наука, медицина эколого-экономический аспект. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – С. 95–97.
3. Гильмиярова Ф. Хлебобулочные изделия с рапсостружкой / Ф. Гильмиярова, М. Горбунова // Хлебодукты. – 1997. – № 2. – С. 20.
4. Семенкина, Н. Г. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки рапсостружки пятнистой: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Семенкина Наталья Геннадьевна. – М., 2010. – 26 с.
5. Курочкин, А. А. Регулирование функционально-технологических свойств экстрадатов растительного сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 86–91.
6. Курочкин, А. А. Экстракты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 70–74.
7. Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон / П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 65–71.
8. Шабурова, Г. В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32). – С. 90–96.
9. Шабурова, Г. В. Белковый комплекс экстрадированного ячменя / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, В. П. Чистяков, В. В. Новиков // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 12.
10. Курочкин, А. А. Поликомпонентный экстракт на основе зерна пшеницы и семян рапсостружки пятнистой / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 76–81.
11. Воронина, П. К. Микроструктурные исследования экстрадатов ячменя / П. К. Воронина // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6. – С. 100–102.
12. Колпакова, В. В. Белок из пшеничных отрубей, функциональные свойства белковой муки: растворимость и водосвязывающая способность / В. В. Колпакова, А. П. Нечаев // Изв. вузов. Пищевая технология. 1995, № 1–2. – С. 28–30.
13. Матвеева, Т. В. Физиологически функциональные пищевые ингредиенты для хлебобулочных

и кондитерских изделий: монография / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», 2012. – 947 с.

PROSPECTS OF COMPOSITE MIXTURE BAKERY PRODUCTS IN TECHNOLOGY FUNCTIONAL USE

N. N. Shmatkova, P. K. Voronina

The expediency of application of the extruded mixture comprising milk thistle seeds and grains of wheat as a source of functional food ingredients to create functional bakery products.

Keywords: thistle, extrusion processing, functional foods.

References

1. Kurkin V. A., milk Thistle – source drugs (review) /V. A. Kurkin //pharmaceutical Chemistry journal. – 2003. – T. 37. – No. 4. – Pp. 27-41.
2. Blinokhvatova, A. F. Composition of oils of flax and milk Thistle as a source of polyunsaturated fatty acids and organic selenium/A. F. Blinokhvatova, G. I. Borja, Y. V. Kravchenko et al.// Education, science, medicine, ecological and economic aspects. – Penza: Penza state agricultural Academy, 2005. – Pp. 95-97.
3. Gilmiyarova F. Bakery products with milk Thistle/ Gilmiyarova F., Gorbunov M. // Bread products. – 1997. – No. 2. – P. 20.
4. Semenkin, N. G. Development of technology of bakery products using processed products milk Thistle: author. dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.18.01/Semenkina Natalya. – M., 2010. – 26 p.
5. Kurochkin, A. A. Regulation of functional and technological properties of extrudates of plant raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2012. – No. 4. – Pp. 86-91.
6. Kurochkin, A. A. the extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – Pp. 70-74.
7. Voronina, P. K. Multifunctional composite with a high content of dietary fiber/P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova//Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2015. – No. 4. – Pp. 65-71.
8. Shaburov, and G. V. Improving the technological capacity of unmalted grain products/G. V. shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina //Technics and technology of food production. – 2014. – № 1 (32) . – Pp. 90-96.
9. Shaburov, G. V. Protein complex extruded barley /G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, V. P. Chistyakov, V. V. Novikov // Beer and drinks. – 2007. – No. 3. – Pp. 12.
10. Kurochkin, A. A. Multicomponent extrudate on the basis of wheat and Thistle seed/A. A. Kurochkin, D. I. Frolov//Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2015. – No. 4. – Pp. 76-81.
11. Voronina, P. K. Microstructural studies of the extrudate barley/P. K. Voronina//XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2014. – No. 6. – Pp.100–102.
12. Kolpakov, V. V. Protein from wheat bran, functional properties of the flour protein: the solubility and water binding capacity/V. V. Kolpakov, A. P. Nechaev, Izv. universities. Food technology. 1995, No. 1–2. – Pp. 28–30.
13. Matveeva, T. V. Physiologically functional food ingredients for bakery and confectionery products: monograph / T. V. Matveeva, S. Y. Karachkina. – Orel: FGBOU VPO «state University – unpk», 2012. – P. 947.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ЯБЛОК

О. Н. Пчелинцева

В представленной работе с помощью дифференциальных уравнений проведено математическое моделирование кинетики процесса сушки яблок. Полученные зависимости позволят в дальнейшем при использовании в специализированных вычислительных устройствах многократно решать задачи расчета кинетики сушки при изменении исходной влажности продукта.

Ключевые слова: моделирование, яблоки, сушка.

Введение

Сушеные овощи, картофель и фрукты представляют собой незаменимые полуфабрикаты для пищеконцентратной, консервной, рыбной и мясомолочной промышленности. Для снабжения различных экспедиций, космонавтов, туристов и др. их так же используют. Сушеные овощи, картофель и фрукты находят широкое применение в общественном и индивидуальном питании.

Достоинства сушки как метода консервирования общепризнаны – малая масса, недефицитная тара для фасовки, хорошая транспортабельность, возможность длительного хранения и перевозок продукции без применения холода и т.д. [1].

Сушка овощей и фруктов известна со времен глубокой древности. В России в качестве промысла сушка овощей стала распространяться в селах в конце XIX – начале XX столетий. До революции овощи сушили на небольших полукустарных заводах. На сегодняшний день сушка фруктов широко распространена. Самыми распространенными продуктами являются изюм, финики, чернослив, инжир, абрикосы, персики, яблоки и груши. Они упоминаются как «обычные» или «традиционные», которые были высушены на солнце или в специальных аэродинамических трубах. Многие виды плодов и ягод, таких как клюква, голубика, вишня, клубника и манго пропитывают подсластителями (например, сиропом из сахарозы) перед сушкой. Некоторые продукты продаются как сухофрукты, например, бананы, папайи, киви и ананасы.

Процесс сушки обусловлен подводом теплоты к высушиваемому продукту, благодаря которому происходит испарение влаги. В качестве сушильного агента применяют воздух, перегретый пар и топочные газы, которые насыщаются испаряемой влагой из высушиваемого материала.

Сушку пищевых продуктов производят в барабанных, ленточных, шахтных, распылительных, коридорных, камерных сушках, в установках с падающим и кипящим слоями и пр. Эти аппараты отличаются конструктивными параметрами, направлением сушильного агента и высушиваемого продукта, давлением в сушильной камере [5].

Целью работы является моделирование про-

цесса кинетики сушки яблок при изменении исходной влажности продукта.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются яблоки. Каждый сорт яблок имеет свои характерные особенности и различный химический состав. Все зависит от происхождения, условий произрастания, степени зрелости плодов. Все это определяет пищевые достоинства, вкус и использование. Для сушки применяют только яблоки с белым плотным плодовым телом. Для сушки пригодные зрелые яблоки с большим количеством ароматических и вкусовых веществ, когда их плодовое тело еще не размякло. Кружочки и частицы режутся из яблок диаметром более 50 мм. Для изготовления более измельченного материала могут быть использованы мелкие яблоки, однако переработка плодов диаметром менее 30 мм не целесообразно через увеличение отходов.

Методы исследования основываются на решении систем дифференциальных уравнений, описывающих тепло- и влагоперенос во влажных телах [2–4].

Результаты и их обсуждение

Для анализа процесса сушки рассмотрим основные дифференциальные уравнения описывающие тепло- и влагоперенос во влажных телах:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial \tau} = k_{11} \nabla^2 u + k_{12} \nabla^2 t + k_{13} \nabla^2 P \\ \frac{\partial t}{\partial \tau} = k_{21} \nabla^2 u + k_{22} \nabla^2 t + k_{23} \nabla^2 P \\ \frac{\partial P}{\partial \tau} = k_{31} \nabla^2 u + k_{32} \nabla^2 t + k_{33} \nabla^2 P \end{cases} \quad (1)$$

Коэффициенты k_{ij} определяются сочетанием термодинамических и теплофизических характеристик влажного тела:

$$k_{11} = a_m; k_{12} = a_{m\delta}; k_{13} = \frac{k_p}{\rho_0}; k_{21} = \frac{2\varepsilon}{c} a_m;$$

$$k_{22} = a + \frac{er}{c} a_m \delta; k_{23} = er = \frac{a_m}{c} \delta_p; k_{31} = \frac{-\varepsilon a_m}{c_r};$$

$$k_{32} = \frac{-\varepsilon a_m}{c_p} \delta; k_{33} = (a_p \frac{-\varepsilon a_m}{c_p} \delta_p);$$

Здесь дополнительно введены следующие обозначения:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \text{оператор Лапласа};$$

$a = \lambda / c_p$ – коэффициент

температуропроводности;

a_m – коэффициент диффузии влаги;

δ – относительный коэффициент термодиффузии влаги;

δ_p – термоградиентный коэффициент;

e – критерий фазового превращения;

r – удельная теплота фазового превращения;

k_p – коэффициент фильтрационного переноса влаги;

c – приведенная удельная теплоемкость материала;

c_p – коэффициент емкости влажного воздуха в пористом теле;

x, y, z – координаты;

ρ_0 – плотность сухого скелета влажного тела.

Для одномерных задач при отсутствии градиента общего давления система уравнения упрощается

$$c \rho_t \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \varepsilon r \rho_0 \frac{\partial u}{\partial \tau};$$

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(a_m \frac{\partial u}{\partial x} + a_m \delta \frac{\partial t}{\partial x} \right). \quad (2)$$

Все теплофизические и термодинамические характеристики $a_m, \delta, \lambda, c, r, e$ являются функциями температуры t и влагосодержания.

В приведенных уравнениях влагосодержание u можно заменить потенциалом влагопереноса $du = c_t u$ тогда соответствующие термодинамические и теплофизические характеристики нужно поделить на величину массоемкости.

Для решения системы приведенных уравнений необходимо знать распределение температур и влагосодержания внутри тела в начальный момент времени (начальные условия), геометрическую форму тела и закон взаимодействия между окружающей средой и поверхностью тела (граничные условия). Совокупность начальных и граничных условий составляет в простейшем случае краевые условия.

Граничные условия могут быть заданы че-

тырьмя способами. Граничное условие первого рода состоит в задании распределения температуры на поверхности тела t_n во времени, т. е. $t_n(\tau) = f(\tau)$ (задача Дирихле), второго рода - в задании плотности теплового потока (производная от температуры) для каждой точки поверхности тела как функции времени $q_n(\tau) = f(\tau)$ (задача Неймана), третьего рода - в задании температуры окружающей среды и закона теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой (смешанные условия)

$$q_t = \alpha [t_0(\tau) - t_c(\tau)] \quad (3)$$

где t_c – температура окружающей среды.

Граничное условие четвертого рода соответствует теплообмену тела с окружающей средой по закону теплопроводности или случаю теплообмена соприкасающихся твердых тел, когда их температуры поверхностей одинаковы (идеальный тепловой контакт).

Распределение температуры внутри тела в начальный момент времени задается начальным условием

$$t = (x, y, z, 0) = f(x, y, z).$$

При равномерном распределении температуры начальное условие принимает вид

$$t = (x, y, z, 0) = t_0 = \text{const}.$$

В соответствии с теоремой о единственности решения, если некоторая функция $f(x, y, z, \tau)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению, начальным и граничным условиям, то она является единственным решением задачи.

Наличие заданных краевых условий позволяет в простейших случаях получить аналитические решения прямой задачи теплопроводности, т. е. найти функцию

$$t_0 = f(x, y, z, \tau)$$

Аналогично граничным условиям теплообмена взаимодействие поверхности тела с окружающей средой при массообмене также может быть описано граничными условиями четырех родов.

Граничные условия первого рода соответствуют случаю, когда потенциал диффузионного массопереноса на поверхности тела равен потенциалу массопереноса в окружающей среде; второго рода - случаю массообмена при сушке влажных тел, когда в первом периоде интенсивность сушки постоянна, а во втором уменьшается. Следовательно, в граничных условиях задается плотность потока массы вещества как функция времени $g_m = f(\tau)$. В частном случае $g_m = \text{const}$.

Граничные условия третьего рода аналогичны граничным условиям теплообмена, а четвертого рода характеризуют молекулярный теплообмен между двумя средами. В общем случае граничные условия для одномерного потока запишем:

$$\begin{cases} -\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)_n + q_n(\tau) - r(1 - \varepsilon) q_n(\tau) = 0 \\ a_m \rho_0 \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)_n + a_m \rho_0 \delta \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right) + q_m(\tau) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

где q_n , q_m – удельный поток соответственно тепла и влаги на поверхности.

Начальные условия для одномерного потока при $\tau = 0$ имеют вид

$$m = f(x)$$

$$t_i = f_1(x)$$

Система уравнений (1) и граничные условия составляют математическое описание тепло- и массообмена во влажных телах и в бинарной парогазовой среде (сушильный агент) при конвективной диффузии в жидкостях и пр. Для подвижных сред в уравнения необходимо ввести член, содержащий скорость движения среды. Форма записи граничных условий зависит от вида тепло- и массообмена, геометрической формы среды и выбранной системы координат.

При построении математических моделей нагрева, сушки и охлаждения материала приведенные математические зависимости упрощают введением различных допущений, которые хотя и снижают точность математических моделей, но позволяют представить сложные процессы сравнительно простыми и доступными для решения методами, и средствами.

Таковыми допущениями могут быть замена сложных многомерных тел и пространств одномерными: разделение пространств и тел сложной формы на простые элементы; неизменность теплофизических и термодинамических характеристик в рассматриваемых диапазонах изменения температур и влагосодержаний; исключение из уравнений членов, незначительно влияющих на конечные результаты, преобразование системы координат для упрощения формы записи.

В связи со сложностью и недостаточной точностью такого рода описаний, а также отсутствием либо сложностью метода решения систем уравнений чаще всего используют более простые формы описания процессов сушки.

Кинетику сушки представляют различными формами кривой сушки. Наиболее распространенной формой является уравнение А. В. Лыкова [2–4]:

$$W = W_p + (W_H - W_p) \cdot e^{(-k\tau)} \quad (5)$$

где W , W_p , W_H – текущая, равновесная и начальная влажности материала;

k – коэффициент сушки, являющийся функцией температуры и влажности среды, $k = f(t, \varphi)$.

В некоторых случаях рационально применять такую форму записи:

$$W = W_p - (W_H - W_p) e^{(-a + \frac{b}{2}\tau)} \tau$$

где a , b – коэффициенты, характеризующие связь влаги с материалом.

Равновесная влажность для данного материала является функцией температуры и относительной влажности сушильного агента $W_p = f(t, \varphi)$. Поэ-

тому, используя обозначения $W_{y.n.} = W_H - W_p$ и

$W_y = W - W_p$ (удаленная влага), кинетику сушки представляют уравнением вида

$$W_y = W_{y.n.} e^{-\{k(t, \varphi)(a + \frac{b}{2}\tau)\tau\}} \quad (6)$$

В этом уравнении $k(t, \varphi)$ характеризует режим, a – связь влаги с материалом.

Обе эти характеристики устанавливают экспериментально, считая, что описания кривых сушки известны. При известных описаниях кинетических закономерностей и численных значениях, постоянных для исследования, можно использовать аналоговые и цифровые вычислительные машины.

Представив уравнение (5) или (6) в дифференциальной форме и составив структурную схему набора этого дифференциального уравнения на аналоговой вычислительной машине, можно получить модель для исследования кинетики сушки. Для решения этой сравнительно простой задачи в системах автоматического управления применяют специализированное вычислительное устройство, что позволяет многократно решать задачи расчета кинетики сушки при изменении исходной влажности продукта.

Выводы

С помощью полученных дифференциальных уравнений можно проводить исследование кинетики процесса сушки яблок, что позволит сформировать основы методики расчета параметров технологической схемы и аппаратуры.

Список литературы

1. Киселева Т. Ф. Технология консервирования: учебное пособие / Киселева Т. Ф., Помозова В. А., Гореньков Э. С. – Электрон. текстовые данные. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 416 с.
2. Процессы и аппараты пищевой технологии: учебник для студентов высших учебных заведений / Г. Д. Кавецкий, В. П. Касьяненко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2008. – 591 с.

3. Остапчук Н. В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Высш. шк., – 2001. – 367 с.
4. Островский Г. М. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. II. – СПб.: НПО «Профессионал», 2006. – 916 с., ил.
5. Пчелинцева О. Н., Сарафанкина Е. А. Исследование сушки плодов черной смородины с использованием СВЧ-излучения – Молодежь. Наука. Инновации (Youth.Science.Innovation): Труды XI международной научно-практической интернет-конференции. 2015. – С.25–27.

MATHEMATICAL MODELING OF THE DRYING APPLES

O. N. Pchelintseva

In the present work, using differential equations mathematical modeling of the kinetics of the drying process of apples. The dependences obtained will allow in the future when used in specialized computing devices to repeatedly solve the problem of calculating the kinetics of drying the moisture content of the product.

Keywords: modeling, apples, drying.

References

1. Kiseleva T. F. the Technology of preservation: a manual/ T. F. Kiseleva, V. A. Pomozova, Gorenkov E. S. – Electron. text data. – SPb.: Avenue Of Science, 2011. – 416 p.
2. Processes and devices of food technology: a textbook for students of higher educational institutions / D. G. Kavetsky, and V. P. Kasyanenko. – 3rd ed., Rev. and extra – M.: Colossus, 2008. – 591 p.
3. Ostapchuk N. V. Fundamentals of mathematical modeling of food production processes: Proc. allowance. – 2-e Izd., revised and enlarged extra – K.: Vyssh. Sch., – 2001. – 367 p.
4. Ostrovsky G. M. New reference book for chemist and technologist. The processes and apparatuses of chemical technology. Part II. – SPb.: NPO «Professional», 2006. – 916 p., ill.
5. Pchelintsev O. N., Sarafanchike E. A. Investigation of black currant fruit drying using microwave radiation – the Youth. Science. Innovation (Youth.Science.Innovation): proceedings of the XI international scientific-practical Internet-conference. 2015. – Pp. 25–27.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 664.769

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ЭКСТРУДЕРА

А. А. Курочкин

В работе представлены результаты теоретических исследований по определению основных параметров вакуумной системы модернизированного экструдера. Получено аналитическое выражение зависимости давления в вакуумной камере экструдера от содержания влаги в обрабатываемом сырье и готовом продукте, площади поперечного сечения вакуумпровода, объема камеры и давления в вакуумной системе экструдера.

Ключевые слова: пористая структура, экструдат, фильера матрицы, объем, вакуумная камера.

Введение

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что пористая структура экструдатов, получаемых из растительного крахмалсодержащего сырья, предопределяет такие их свойства как набухаемость, водо- и жиродерживающая способность, растворимость, коэффициент расширения и др., которые в свою очередь влияют на текстуру, усвояемость и качество готовых продуктов [1, 7, 10, 13, 14].

При этом также известно, что формирование пористой макроструктуры экструдатов в определяющей степени зависят от содержания крахмала в сырье и «взрывного» испарения воды при выходе обрабатываемого материала из фильеры матрицы машины [8].

В связи с тем, что в условиях пониженного давления вода испаряется при температуре, которая существенно ниже температуры парообразования при атмосферном давлении, необходимая интенсивность декомпрессионного воздействия на экструдированное сырье может быть обеспечена за счет замены атмосферного давления, действующего на экструдат при выходе его из фильеры, на пониженное давление (вакуум) [9,11].

Практическая реализация данной научной концепции позволила разработать экструдер (рис. 1), который состоит из загрузочной камеры, корпуса, шнека, фильеры, вакуумной камеры, шлюзового затвора и вакуум-насоса.

Вакуумная камера экструдера расположена соосно шнеку и фильере матрицы. Она включает в себя режущее устройство, вакуумную систему и шлюзовой затвор.

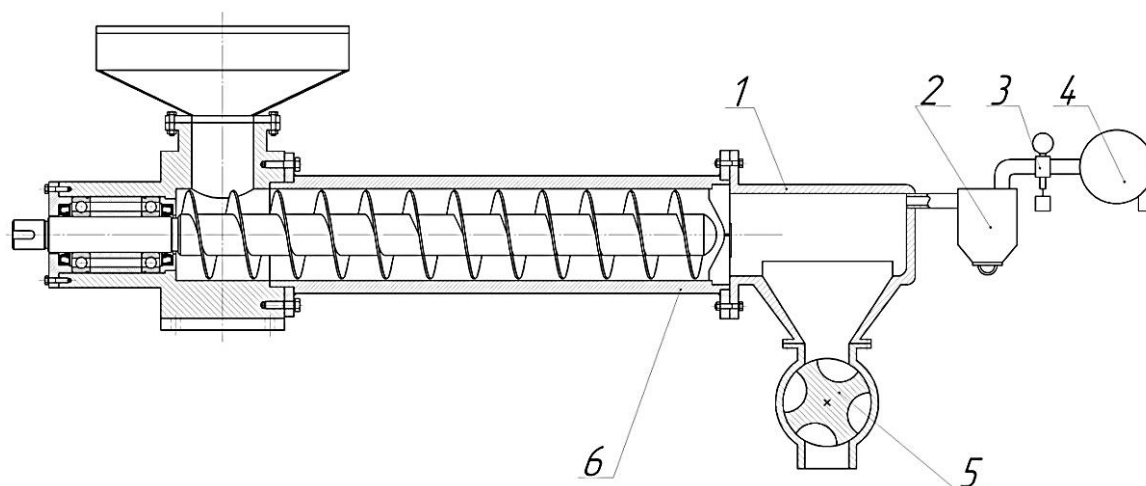


Рис. 1. Экструдер с вакуумной камерой:

1 – вакуумная камера; 2 – вакуум-баллон; 3 – вакуум-регулятор; 4 – вакуум-насос; 5 – шлюзовой затвор; 6 – экструдер

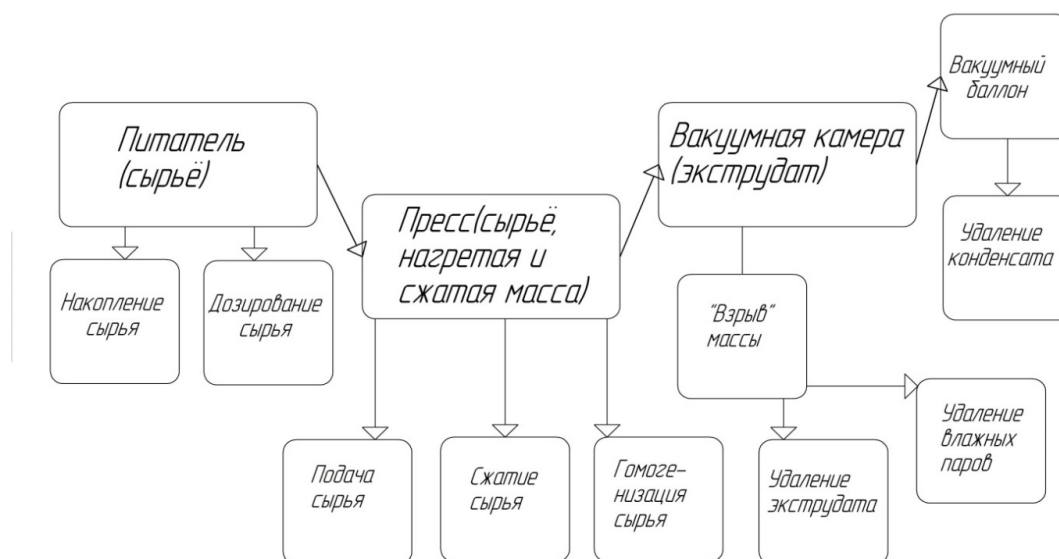


Рис. 2. Схема рабочего процесса экструдера

Режущее устройство (на рис. 1 не показано) выполнено в виде одного или нескольких вращающихся ножей, закрепленных на корпусе экструдера в месте выхода экструдата из фильеры.

В вакуумную систему экструдера входят вакуум-насос, вакуум-регулятор и вакуум-баллон.

Вакуум-насос необходим для создания в вакуумной камере экструдера пониженного давления (давления ниже атмосферного).

Вакуум-регулятор служит для поддержания пониженного давления в вакуумной камере экструдера в заданных пределах для обеспечения необходимой производительности машины, а также переработки сырья и получения продукта с различным содержанием воды.

Для предохранения насоса от попадания в него жидкости, а также сбора конденсата и выравнивания разрежения в вакуумной линии, между ней и насосом устанавливают вакуум-баллон.

Шлюзовой затвор служит для непрерывного отвода полученного экструдата за пределы вакуумной камеры без ее разгерметизации.

Рабочий процесс экструдера с вакуумной камерой осуществляется следующим образом (рис. 2).

Исходное сырьё посредством загрузочной камеры направляется в шнековую часть экструдера. Захваченный шнеком продукт последовательно проходит все рабочие зоны машины и через фильеру матрицы поступает в вакуумную камеру.

В условиях быстрого перехода экструдата из области высоких давлений в условия пониженного давления, происходит декомпрессионный взрыв: вода, находящаяся в продукте, переходит в парообразное состояние с выделением значительного количества энергии, что приводит к деструкции

клеточных структур обрабатываемого сырья и получению высокопористого продукта.

Экструдат при выходе из фильеры матрицы с помощью режущего устройства разрезается на частицы размером 1,0...4,0 мм.

Продолжительность обработки сырья в экструдере составляет 15...25 с при температуре 100...110 °С. Содержание влаги в экструдированном продукте регулируется за счет давления в вакуумной камере с помощью вакуум-регулятора [9, 11].

Цель работы – теоретические исследования рабочего процесса вакуумной системы модернизированного экструдера.

Задачи исследования – определить аналитическими методами зависимость давления в вакуумной камере экструдера от ее объема, рабочего давления в вакуумной системе машины и диаметра вакуумпровода.

Объекты и методы исследований

Принцип работы вакуумной камеры модернизированного экструдера основан на постоянном удалении водяных паров, выделяющихся из экструдата при соответствующих давлении и температуре. Объем этих паров зависит от содержания влаги в сырье и готовом экструдате, а также давления воздуха (водяных паров) в вакуумной камере.

Для условий установившегося (стационарного) режима работы вакуумной камеры, интенсивность откачивания воздуха из нее определяется условием равновесия между количеством влаги, испаряемой с поверхности продукта (экструдата) и объемом водяных паров, отводимых из камеры посредством вакуумного насоса.

В связи с этим для обоснования основных пара-

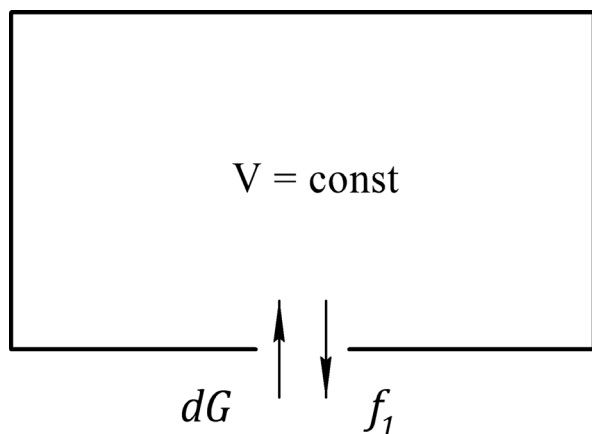


Рис. 3. Расчётная схема вакуумной камеры экструдера

метров вакуумной камеры экструдера необходимо знать законы изменения в ней давления в зависимости от основных параметров рабочего процесса экструдера и самой камеры (давление в вакуумной системе, объем камеры, диаметр вакуумпровода).

Реализация задач исследования связана с рассмотрением модели функционирования вакуумной камеры на «холостом» ходу (при отсутствии в камере экструдата) и во время термовкуумной обработки продукта в процессе его обезвоживания. Расчётная схема функционирования вакуумной камеры экструдера для первого случая представлена на рис. 3. Для данной расчетной схемы будет справедливым считать объем вакуумной камеры экструдера постоянным, а соотношение давлений в камере и за ее пределами не превышающим критического ($\frac{P_B}{P_a} = 0,578$).

При откачивании воздуха из камеры объемом V через отверстие с поперечным сечением f_1 количество воздуха будет уменьшаться. И, напротив, при впуске воздуха, его количество будет увеличиваться.

Уравнение баланса воздуха в дифференциальной форме будет иметь вид:

$$dG = \pm dG \quad (1)$$

Знак «+» соответствует впуску воздуха, «-» откачке воздуха из камеры.

В соответствии с принятым допущением об адиабатическом характере исследуемого процесса, уравнение состояния воздуха описывается адиабатой Пуассона [3, 4].

$$PV^k = const \quad (2)$$

где P – рабочее давление в вакуумной камере экструдера.

k – показатель адиабаты.

Удельный объем воздуха, находящегося в вакуумной камере экструдера, равен:

$$g = \frac{V}{M} = \frac{V}{\frac{G}{Y_B}} = \frac{g}{Y_B} \quad (3)$$

где V – текущий объем вакуумной камеры экструдера;

G – вес воздуха, находящегося в камере;

M – масса воздуха;

Y_B – удельный вес воздуха.

С учетом уравнения (3) выражение (2) примет вид

$$P \frac{g^k}{Y_B^k} = const$$

или

$$\frac{P}{Y_B^k} = const = C \quad (4)$$

Вес воздуха можно выразить как

$$G = Y_B \cdot V$$

Тогда из уравнения (4) получим выражение для веса воздуха, находящегося в объеме V :

$$G = C^{\frac{1}{k}} P^{\frac{1}{k}} V \quad (5)$$

В дифференциальной форме это уравнение можно записать как

$$dG = \frac{1}{k} C^{\frac{1}{k}} V P^{\frac{1}{k}-1} dP \quad (6)$$

Для определения правой части уравнения (6) воспользуемся теорией Скраманиса А.А., предложенной им для расчета мембранного пульсатора доильного аппарата [15].

Уравнение состояния газа для вакуумной камеры экструдера имеет вид

$$PV = GRT \quad (7)$$

где R – универсальная газовая постоянная;

При уменьшении давления воздуха на бесконечно малую величину dP в камере также уменьшается вес воздуха и его температура. В дифференциальной форме, состояние газа будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{V}{R} dP = TdG + GdT \quad (8)$$

Вес воздуха, откачиваемого из камеры за бесконечно малый промежуток времени через отверстие площадью f_1 можно выразить уравнением:

$$dG = -Y_B f_1 W d\tau \quad (9)$$

где W – скорость истечения воздуха через отверстие за время $d\tau$.

При введении в формулу (9) площади f_1 следует принять, что площади поперечного сечения струи воздуха и поперечного сечения отверстия в вакуумной камере экструдера равны.

Скорость истечения воздуха W можно получить из уравнения Бернулли для идеального сжимаемого газа [15]:

$$\frac{K}{K-1} \cdot \frac{P}{Y} + \frac{W^{*2}}{2g} = \frac{K}{K-1} \cdot \frac{P_B}{Y_B} + \frac{W^2}{2g} \quad (10)$$

где P_B – величина рабочего давления в вакуумной системе экструдера.

В рассматриваемом нами случае течение воздуха не является стационарным, однако в каждый, бесконечно малый промежуток времени $d\tau$ оно соответствует условиям уравнения Бернулли.

С учетом аналогичных расчетов в теории вакуумных систем доильных установок, можно считать, что скорость течения воздуха в отверстии вакуумной камеры экструдера W существенно выше скорости W^* в месте образования струи. Поэтому можно принять, $W^* = 0$, что дает возможность упростить уравнение Бернулли до вида:

$$\frac{K}{K-1} \cdot \frac{P}{Y} = \frac{K}{K-1} \cdot \frac{P_B}{Y_B} + \frac{W^2}{2g} \quad (11)$$

и получить из этого выражения скорость течения воздуха в наиболее узком поперечном сечении струи:

$$W = \sqrt{\frac{2g \cdot K}{K-1}} \sqrt{\frac{P}{Y} - \frac{P_B}{Y_B}} \quad (12)$$

Полученное значение W подставим в уравнение (9), дополнив его правую часть коэффициентом расхода μ . Данный коэффициент учитывает взаимодействие четырех коэффициентов:

- коэффициента скорости, характеризующего сопротивление отверстия истечению воздуха;
- коэффициента сжатия, характеризующего уменьшение поперечного сечения струи воздуха по сравнению с сечением отверстия;
- коэффициента, характеризующего полноту сжатия струи в зависимости от расположения отверстия в вакуумной камере;
- коэффициента, учитывающего форму сопла, отличную от теоретически принятого отверстия [5, 6, 15].

В первом приближении можно принять, что коэффициент расхода μ является постоянной величиной.

Учитывая, что $P_B/Y_B = C$, и заменяя Y_B соответствующей ему величиной, окончательно получим:

$$dG = -P_B^{\frac{1}{K}} f_1 \mu \sqrt{\frac{2g \cdot K}{K-1}} C^{\frac{1}{K}} \sqrt{P^{\frac{K-1}{K}} - P_B^{\frac{K-1}{K}}} d\tau \quad (13)$$

После введения обозначений:

$$\sqrt{\frac{2gK}{K-1}} C^{\frac{1}{K}} = a \text{ и } \frac{K-1}{K} = m$$

и, подставив уравнения (6) и (13) в выражение (1), получим дифференциальное уравнение с разделенными переменными:

$$\frac{dP}{P^m \sqrt{P^m - P_B^m}} = -\frac{P_B^{\frac{1}{K}} a f_1 \mu}{V(1-m)} d\tau \quad (14)$$

Знак минус в уравнении (14) показывает, что давление в вакуумной камере экструдера в процессе истечения воздуха уменьшается.

Аналитическое решение уравнения (14) в общем виде показывает, что время откачивания воздуха из вакуумной камеры экструдера является функцией трех переменных величин:

$$\tau = \varphi \left(V; \frac{1}{f_1}; P_B \right).$$

Время достижения значения давления в камере давлению в вакуумной системе экструдера равно:

$$\tau_1 = \frac{5}{8} \frac{V}{f_1 P_B^{\frac{m}{2}} a \mu} \left[\frac{P_a^{\frac{m}{2}} \sqrt{P_a^m - P_B^m} \cdot (2P_a^m + 3P_B^m)}{P_B^{2m}} - \frac{3}{2} \ln \frac{P_a^{\frac{m}{2}} - \sqrt{P_a^m - P_B^m}}{P_a^{\frac{m}{2}} + \sqrt{P_a^m - P_B^m}} \right] \quad (15)$$

Следующим этапом теоретических исследований вакуумной камеры экструдера является аналитический анализ процесса термовакuumного воздействия на экструдата при его обезвоживании. Будем считать, что обрабатываемое сырье содержит определенное количество воды. При выходе из фильеры матрицы экструдера часть воды превращается в водяной пар, который необходимо удалить из камеры. В принятой нами модели водяной пар при давлении P_{Bm} в количестве dG_2 поступает в вакуумную камеру экструдера через отверстие с площадью поперечного сечения f_2 (рис. 4).

Из уравнения материального баланса

$$dG = dG_1 + dG_2 \quad (16)$$

и формул для определения расхода при откачивании и впуске воздуха в вакуумную камеру экструдера

$$dG_1 = -P_B^{\frac{1}{K}} f_1 \mu a \sqrt{P^m - P_B^m} d\tau \quad (17)$$

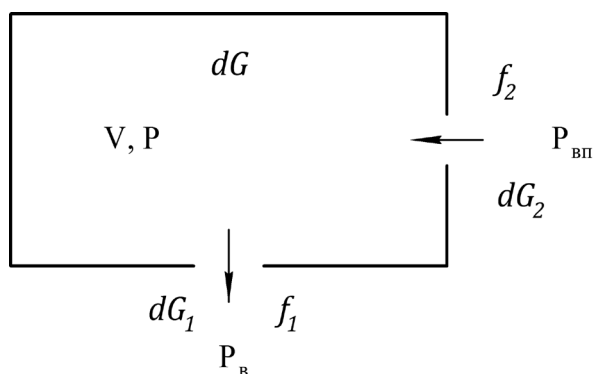


Рис. 4. Расчётная схема вакуумной камеры экструдера при поступлении в нее экструдата

$$dG_2 = P^{\bar{K}} f_2 \mu a \sqrt{P_{Bn}^m - P^m} d\tau \quad (18)$$

получим дифференциальное уравнение, описывающее изменение давления воздуха в вакуумной камере экструдера в режиме термовакuumного воздействия на выходящий из фильеры матрицы экструдат

$$\frac{dP}{d\tau} = \frac{f_1 a \mu P^m}{V(1-m)} \left[\frac{f_1}{f_2} P^{\frac{1}{K}} \sqrt{P_{Bn}^m - P^m} - P_B^{\frac{1}{K}} \sqrt{P^m - P_B^m} \right] \quad (19)$$

Уравнение (19) показывает, что давление в вакуумной камере экструдера в первую очередь зависит от следующих параметров:

– содержания влаги в обрабатываемом сырье и готовом продукте (dG_2);

– площади поперечного сечения вакуумпровода (f_1);

– объема камеры (V);

– давления в вакуумной системе экструдера (P_B).

В заключении следует отметить, что зависимость $P = \varphi(\tau)$ можно получить численным решением дифференциального уравнения (19) методом Рунге-Кутты четвертого порядка, дающим достаточно высокую для практического применения точность решений [2].

Результаты и их обсуждение

При постоянном объеме вакуумной камеры, время выхода вакуумной системы экструдера на заданный режим работы зависит от объема камеры, рабочего давления в вакуумной системе и площади поперечного сечения отверстия вакуумной камеры.

В режиме термовакuumного воздействия на экструдат давление в вакуумной камере экструдера зависит от содержания влаги в обрабатываемом сырье и готовом продукте, площади поперечного сечения вакуумпровода, объема камеры и давления в вакуумной системе экструдера.

Выводы

Полученные данные теоретических исследований позволяют прогнозировать базовые показатели параметров вакуумной системы модернизированного экструдера и сравнивать их с результатами экспериментальных исследований.

Список литературы

1. Воронина, П. К. Формирование качества пива в процессе сбраживания пивного сусла с использованием экструдата ячменя / П. К. Воронина, А. А. Курочкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 100–103.
2. Выгодский, М. Я. Справочник по высшей математике. / М. Я. Выгодский. М.: Наука, 1977. – 872 с.
3. Королев, В. Ф. Доильные машины, теория и расчеты / В. Ф. Королев. М.: Машиностроение, 1969. – 276 с.
4. Краснов, И. Н. Доильные аппараты / И. Н. Краснов. – Ростов; Ростовский университет, 1974. – 372 с.
5. Курочкин, А. А. Повышение эффективности подготовки нетелей к лактации за счет совершенствования процессов и средств механизации: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Курочкин Анатолий Алексеевич. Санкт-Петербург, 1993. – 42 с.
6. Курочкин, А. А. Повышение эффективности подготовки нетелей к лактации за счет совершенствования процессов и средств механизации: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / А. А. Курочкин. – Сумы, 1993. – 321 с.
7. Курочкин, А. А. Использование экструдированного ячменя в пивоварении / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков // Пиво и напитки. – 2006. – № 5. – С. 16–17.
8. Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 70–74.
9. Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакuumной обработки экструдата / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. – С. 17–21.
10. Курочкин, А. А. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении

- / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 79–83.
11. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 15–20.
 12. Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, В. М. Зимняков, А. Л. Мишанин, В. В. Новиков, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов. – Пенза, 2015. – 181 с.
 13. Шабурова, Г. В. Белковый комплекс экструдированного ячменя / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, В. П. Чистяков, В. В. Новиков // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 12.
 14. Шабурова, Г. В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32). – С. 90–96.
 15. Скраманис, А. А. Основы расчета доильных аппаратов и установок. / А. А. Скраманис. Елгава: ЛСХА. – 1980. – 320 с.

THEORETICAL RESEARCH OF WORKING PROCESS VACUUM SYSTEMS OF MODERNISED EXTRUDER

А. А. Kurochkin

The paper presents the results of theoretical studies to determine the basic parameters of the vacuum system of the upgraded extruder. An analytical expression for the dependence of the vacuum chamber pressure in the extruder from the moisture content of the processed raw and finished products, the cross sectional area vacuum wires, chamber volume and pressure in the vacuum system of the extruder.

Keywords: porous structure extrudate die matrix volume vacuum chamber.

References

1. Voronina, P. K. Formation of quality of beer in process of fermentation of beer wort with the use of the extrudate barley / P. K. Voronina, A. A. Kurochkin // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2012. – No. 4. – P. 100–103.
2. Vigodsky, M. J. Handbook of higher mathematics. / M. J. Profitable. M.: Nauka, 1977. – 872 p.
3. Korolev, V. F. Milking machines, theory and calculations / V. F. Korolev. M.: Mashinostroenie, 1969. – 276 p.
4. Krasnov, I. N. Milking machines / I. N. Krasnov. – Rostov; Rostov University, 1974. – 372 p.
5. Kurochkin, A. A. Improving the efficiency of training heifers to lactation by improving processes and means of mechanization: author. dis. ... doctor. tech. Sciences: 05.20.01 / Kurochkin Anatoly Alekseevich. St. Petersburg, 1993. – 42 S.
6. Kurochkin, A. A. Improving the efficiency of training heifers to lactation by improving processes and means of mechanization: dis. ... doctor. tech. Sciences: 05.20.01 / A. A. Kurochkin. – Sumy, 1993. – 321 S.
7. Kurochkin, A. A. the Use of extruded barley in brewing/ A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov // Beer and drinks. – 2006. – No. 5. – Pp. 16–17.
8. Kurochkin, A. A. the extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – p. 70–74.
9. Kurochkin, A. A. a Systematic approach to the development of the extruder for thermal vacuum processing of the extrudate / A. A. Kurochkin // Innovative technology. – 2014. – No. 4. – P. 17–21.
10. Kurochkin, A. A. prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and bread baking / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – P. 79–83.
11. Kurochkin, A. A. the Theoretical justification of the thermal effect in the working process of the upgraded extruder / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2015. – No. 3. – P. 15–20.
12. Scientific support for current trends in the development of the edible thermoplastic extrusion / A. A. Kurochkin,

- P.K. Voronina, V.M. Zimnyakov, mishanin A. L., V.V. Novikov, G.V. Shaburova, D.I. Frolov.– Penza, 2015.– 181 p.
13. Shaburova, and G. V. Protein complex extruded barley / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, V. P. Chistyakov, V. V. Novikov // Beer and drinks.– 2007.– No. 3.– S. 12.
 14. Shaburova, G. V. Improving the technological capacity of unmalted grain products / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina // Technics and technology of food production.– 2014.– № 1 (32) .– S. 90–96.
 15. Straumanis, A. A. Basis of design of milking machines and installations. /A. A. Straumanis. Jelgava: LSHA.– 1980.– 320 p.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ДЕКОМПРЕССИОННОГО ЭФФЕКТА В РАБОЧЕМ ПРОЦЕССЕ ОДНОШНЕКОВОГО ЭКСТРУДЕРА

А. А. Курочкин, Д. И. Фролов

В работе приведены результаты экспериментальных исследований по оценке интенсивности декомпрессионного эффекта в рабочем процессе одношнекового экструдера. Показано, что часть термической составляющей деструкционного воздействия на крахмал обрабатываемого сырья может быть заменена на декомпрессионный, обусловленный выходом экструдата из области высоких давлений в тракте машины в область пониженного давления за ее пределами. Получена математическая модель, позволяющая анализировать и прогнозировать содержание декстринов в экструдате в зависимости от его температуры в зоне фильеры шнековой части машины и давления в вакуумной камере модернизированного экструдера.

Ключевые слова: крахмал, экструдат, пшеница, декомпрессионный эффект, экструдер, вакуумная камера.

Введение

Уникальное значение термопластической экструзии для пищевых технологий связано в первую очередь с ее широкими возможностями в преобразовании обрабатываемых сред – полисахаридов, белков, смеси белков с полисахаридами и т.д. При этом основным компонентом растительного сырья, привлекаемого в качестве объекта экструзионной обработки, является крахмал.

По данным многочисленных исследований в процессе термопластической обработки полисахаридов не только разрушается их структура, но и происходит деструкция молекул крахмала, что способствует изменению физико-химических свойств получаемого продукта.

Обычно считается, что в экструзионном процессе крахмалсодержащего сырья значение термической и механической составляющих не одинаково, что и нашло отражение в выводах работ отдельных ученых.

Например, выделяя роль термической составляющей экструзионного процесса, ряд исследователей установили возможность регулирования содержания водорастворимых веществ в экструдате путем изменения температуры экструзионного процесса [1, 4, 20, 21].

В другой группе работ отмечается, что наиболее существенные изменения крахмальных зерен происходят в момент выхода экструдированного сырья из фильеры экструдера. Сторонники этого научного направления считают, что в процессе экструзионной обработки зерна именно в момент декомпрессии снижается общее содержание крахмала в связи с расщеплением амилозы и амилопектина и повышается количество олигосахаридов и декстринов. Декстринизация крахмала в этом случае обуславливает уменьшение плотности экструдированного материала и образование микропористой структуры, что и наблюдалось при анализе органолептических показателей экструдата [2, 5–11, 13–17, 22].

Таким образом, на основании выполненных ранее исследований можно сделать вывод о том, что экструзионная обработка растительного сырья сопровождается интенсивным комплексным воздействием на крахмал, в результате чего происходит как термическая, так и механическая деструкция крахмальных зерен и полимеров. При этом одним из критериев, достаточно полно отражающих глубину деструкции крахмала при экструзионной обработке зерна, является показатель содержания декстринов – промежуточных продуктов расщепления крахмала [3, 18, 19].

Цель исследования – оценить влияние декомпрессионного эффекта в рабочем процессе одношнекового экструдера на степень деструкции крахмала обрабатываемого сырья.

Задачи исследования – определить экспериментальным путем влияние термической и декомпрессионной составляющей экструзионного процесса на содержание декстринов в экструдате зерна пшеницы.

Объекты и методы исследований

Эксперименты выполнялись с помощью одношнекового пресс-экструдера, модернизированного согласно патенту №2561934 RU на изобретение «Экструдер с вакуумной камерой» [12].

Температура экструдата в зоне фильеры внутреннего тракта машины регистрировалась с помощью термопары, а ее регулирование осуществлялось за счет перемещения задвижки матрицы, влияющей на площадь сечения выгрузного отверстия фильеры. Частота вращения шнека пресса-экструдера составляла $7,5 \text{ с}^{-1}$.

Определение декстринов проводили спектрофотометрическим методом в модификации М.П. Попова и Е.Ф. Шаненко.

Объект исследования – зерно пшеницы сорта Саратовская 36 влажностью 14%. Масса 1000 семян равнялась 34,2 г; содержание крахмала и декстри-

нов соответственно – 52,6 и 0,22% на 100 г продукта.

В качестве исследуемых были выбраны следующие факторы: температура экструдата в зоне фильеры внутреннего тракта экструдера – X_1 (°C), давление воздуха в вакуумной камере экструдера, МПа – X_2 (%).

За критерий качества полученного экструдата было принято содержание в нем декстринов в расчете на 100 г продукта D (%).

Зерно пшеницы экструдировали в течение 15...20 с при температуре 100...120 °C с последующим воздействием на выходящий из фильеры матрицы экструдера продукт атмосферным или пониженным давлением. Эксперимент проводился в трехкратной повторности. В табл. 1 представлены уровни и интервалы варьирования факторов.

Матрица планирования и результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Результаты и их обсуждение

Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с помощью корреляцион-

но-регрессионного анализа в среде Microsoft Excel 2010 и Statistica 10. В результате была получена адекватная математическая модель второго порядка (1), описывающая зависимость массовой доли декстринов (D) от температуры экструдата в зоне фильеры (x_1), и величины давления воздуха в вакуумной камере экструдера (x_2):

$$D=23,4-0,12 \cdot x_1+0,001 \cdot x_1^2-162,7 \cdot x_2+320 \cdot x_2^2 \quad (1)$$

Основные показатели полученной математической модели приведены в табл. 3.

Статистическая надежность полученной модели оценивалась на основании критерия Фишера, который позволяет проверить нулевую гипотезу о статистической незначимости параметров построенного регрессионного уравнения и показателя тесноты связи.

Фактическое значение F-критерия Фишера для полученного уравнения регрессии $F_p = 61,66$. Табличное значение F-критерия (F_t), по заданным уровню значимости ($\alpha = 0,05$) и числу степеней свободы (в пакете Statistica: ss модели = 4, ss остаток = 3) равно $F_t=9,12$. Поскольку $F_p > F_t$, то ну-

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование фактора	Кодированное обозначение фактора	Уровни варьирования фактора			Интервалы варьирования фактора
		нижний	нулевой	верхний	
Температура экструдата в зоне фильеры, °C	X_1	100	110	120	10
Давление воздуха в вакуумной камере экструдера, МПа	X_2	0,05	0,075	0,1	0,025

Таблица 2 – Матрица планирования и результаты эксперимента

№ опыта	Кодированные факторы		Натуральные факторы		Массовая доля декстринов, % на 100 г
	X_1	X_2	x_1	x_2	
1	-1	-1	100	0,05	13,6
2	1	-1	120	0,05	16,5
3	-1	1	100	0,1	8,7
4	1	1	120	0,1	10
5	-1	0	100	0,075	11,1
6	1	0	120	0,075	12,9
7	0	-1	110	0,05	15
8	0	1	110	0,1	9,2

Таблица 3 – Качественные показатели модели

Зависимая переменная	R	R ²	SS мод.	сс мод.	MS мод.	SS ост.	сс ост.	MS ост.	F	p
D	0,99	0,98	55,36	4	13,84	0,67	3	0,22	61,66	0,003

Примечания:

R – множественный коэффициент корреляции;
R² – коэффициент детерминации;
SS мод., SS ост. – сумма квадратов модели, ошибок;
p – статистическая значимость.

сс мод., сс ост. – число степеней свободы модели, ошибок;
MS мод., MS ост. – дисперсия модели, ошибок;
F – F-критерий Фишера;

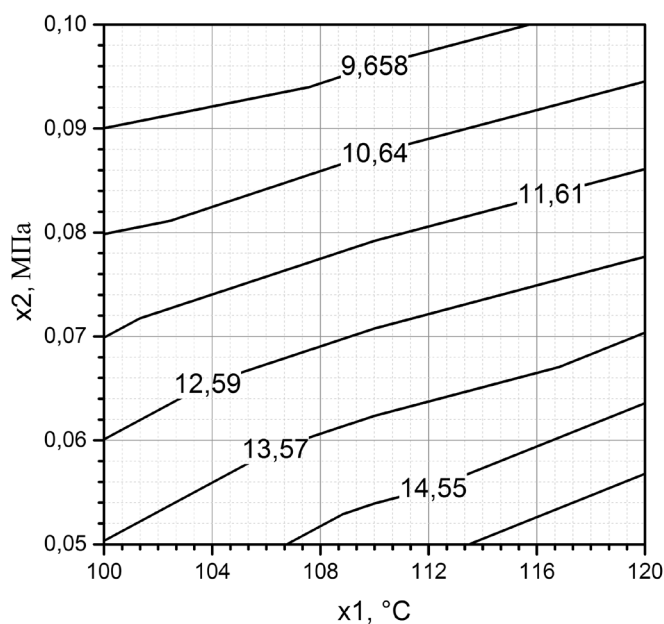


Рис. 1. Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость массовой доли декстринов (D) от температуры экструдата в зоне фильеры (x_1), и величины давления воздуха в вакуумной камере экструдера (x_2)

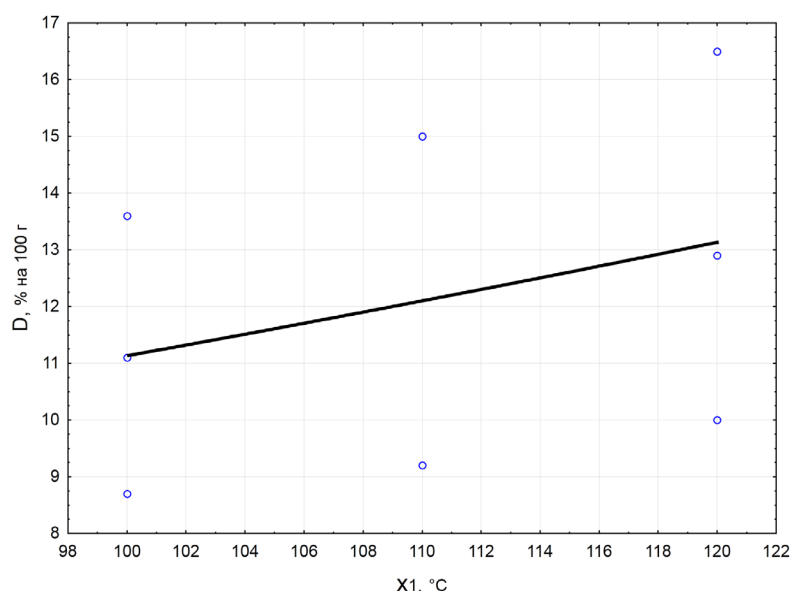


Рис. 2. График рассеяния с полиномиальной подгонкой функции D и X_1

левая гипотеза отвергается и регрессионное уравнение с его параметрами признается статистически значимым.

Анализ полученного уравнения (1) показывает следующее. В связи с тем, что эффект фактора x_2 показывает весьма высокую значимость, можно сделать предварительный вывод о том, что давление воздуха в вакуумной камере экструдера в исследуемых интервалах значений факторов оказывает наибольшее влияние на критерий оптимизации. Такой же вывод следует из рассмотрения его квадратичного эффекта.

Анализ поверхности отклика, проведенный с помощью двумерных сечений, показывает, что массовая доля декстринов зависит как от давления воздуха в вакуумной камере экструдера, так и температуры экструдата в зоне фильеры.

Графическая интерпретация данного уравнения представлена на рис. 1 (цифры показывают числовые значения массовой доли декстринов в отмеченных областях поверхности отклика).

Уравнение, описывающее зависимость изменения массовой доли декстринов (D) от температуры экструдата в зоне фильеры (x_1) можно представить в следующем виде

$$D = 5,1333 + 0,0267 \cdot x_1 + 0,0003 \cdot x_1^2 \quad (2)$$

Анализ уравнения (2) позволяет сделать вывод о том, что с увеличением температуры экструдата в зоне фильеры массовая доля декстринов при прочих равных условиях достаточно заметно возрастает. При этом видно (рис. 2), что экспериментальные

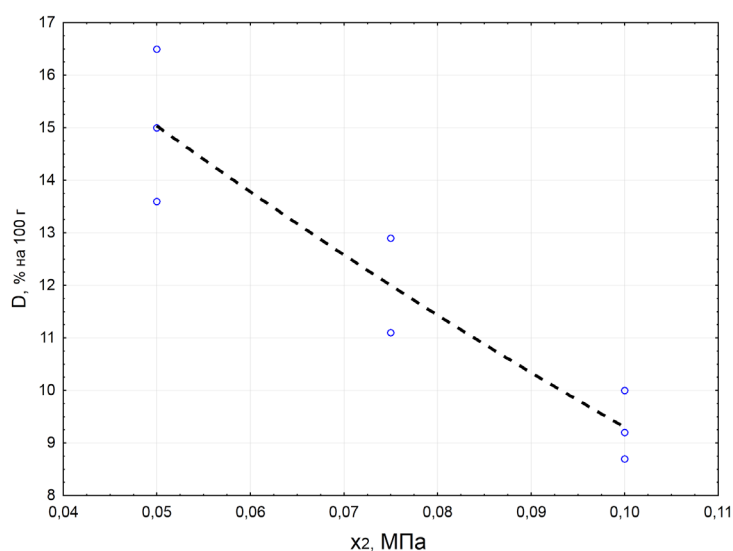


Рис. 3. График рассеяния с полиномиальной подгонкой функции D и X₂

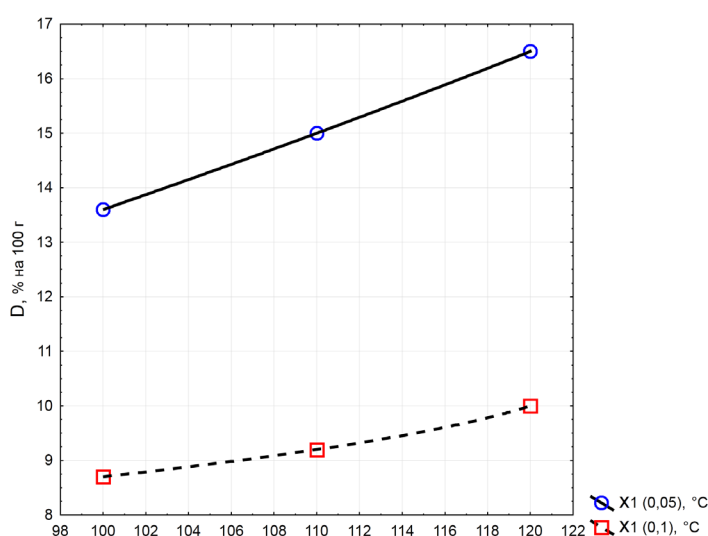


Рис. 4. Изменение массовой доли декстринов в зависимости от температуры экструдата в зоне фильеры при давлении в вакуумной камере 0,05 МПа и 0,1 МПа

данные демонстрируют сильную отрицательную корреляцию.

Аналитическую зависимость массовой доли декстринов (D) от давления воздуха в вакуумной камере экструдера (x₂) можно представить в виде уравнения (3), графическая интерпретация которого приведена на рис. 3.

$$D = 22,1 - 154,6667 \cdot x_2 + 266,6667 \cdot x_2^2 \quad (3)$$

Анализ уравнения (3) показывает, что с уменьшением давления в вакуумной камере экструдера массовая доля декстринов при прочих равных условиях возрастает.

Связь массовой доли декстринов (D_(0,05) – при давлении в вакуумной камере 0,05 МПа и D_(0,1) – соответственно 0,1 МПа) и температуры экструдата в зоне фильеры, можно представить в виде уравнений (4) и (5):

$$D_{(0,05)} = 5,1 + 0,035 \cdot x_{1(0,05)} + 0,0005 \cdot x_{1(0,05)}^2 \quad (4)$$

$$D_{(0,1)} = 20,2 - 0,265 \cdot x_{1(0,1)} + 0,0015 \cdot x_{1(0,1)}^2 \quad (5)$$

Графики, характеризующие изменение массовой доли декстринов (D) в зависимости от температуры экструдата в зоне фильеры при давлении в вакуумной камере экструдера 0,05 МПа и 0,1 МПа, представлены на рис. 4.

Выводы

Как свидетельствуют полученные экспериментальные данные и приведенные графические зависимости, повышение массовой доли декстринов можно обеспечить как за счет увеличения температуры экструдированного сырья, а так и путем снижения давления воздуха на выходе экструдата из фильеры матрицы экструдера. Второй вариант позволяет обеспечить более бережное отношение к термолабильным ингредиентам обрабатываемого растительного сырья. Практическая реализация данной научной концепции связана с оснащением серийно выпускаемых экструдеров специальной вакуумной камерой.

Список литературы

1. Абрамов, О. В. Научное обеспечение процесса экструзии модельных сред на основе крахмалосодержащего сырья и разработка высокоэффективного оборудования для его реализации: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12/Абрамов Олег Васильевич. – Воронеж: 2009. – 48 с.
2. Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон / П. К. Воронина, А. А. Курочкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 65–71.
3. Выгодин, В. Л. Экструзионная техника и технология: состояние, перспективы / В. Л. Выгодин, В. Л. Касперович, Г. Б. Зинюхин, В. П. Попов, В. А. Буцко // Пищевая промышленность. – 1995. – № 7. – С. 4–5.
4. Карпов, В. Г. Разработка новых видов крахмалопродуктов экструзионным способом: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.18.05 / Карпов Владимир Георгиевич. М., 2000. – 48 с.
5. Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 70–74.
6. Курочкин, А. А. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 79–83.
7. Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалосодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6 (22). – С. 109–114.
8. Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. – С. 17–21.
9. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 15–20.
10. Курочкин, А. А. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4. – С. 76–81.
11. Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, В. М. Зимняков, А. Л. Мишанин, В. В. Новиков, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов. – Пенза, 2015. – 181 с.
12. Пат. 2561934 Российская Федерация, МПК A23P 1/12, B29C 47/38. Экструдер с вакуумной камерой / Шабурова Г. В., Воронина П. К., Шабнов Р. В., Курочкин А. А., Авроров В. А. № 2014125348/13; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 25. – 7 с.
13. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование / Под ред. А. Н. Богатырева, В. П. Юрьева. – М.: Ступень, 1994. – 200 с.
14. Шабурова, Г. В. Белковый комплекс экструдированного ячменя / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, В. П. Чистяков, В. В. Новиков // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 12.
15. Шабурова, Г. В. Экструдированный ячмень как компонент функциональных пищевых продуктов / Г. В. Шабурова, Е. В. Петросова, Т. В. Шленская, А. А. Курочкин // Пищевая промышленность. – 2012. – № 10. – С. 44–45.
16. Шабурова, Г. В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32). – С. 90–96.
17. Berglung, P. T. Physiochemical and sensory evaluation of extruded high-fiber barley cereals / P. T. Berglung, C. E. Fastnaught, E. T. Holm // Cereal. Chem. – 1994. – № 1. – P. 91–95.
18. Heldman, D. R. Principles of Food Processing / D. R. Heldman, R. W. Hartel. – Springer, 1997. – P. 278–281.
19. Linko, P. High-Temperature-Short-Time Extrusion Cooking / P. Linko, P. Colonna, C. Mercier // Advances in Cereal Science and Technology. Ed. Y. Pomeranz. St. Paul, USA. – 1981. – Vol. IV. – P. 145–235.
20. Melcion, I. P. La cuisson-extrusion dans le domaine alimentaire: principe, applications, perspectives / I. P. Melcion, P. Colonna // Revue de l'alimentation animale. – 1983. – No. 368. – P. 45–54.
21. Mercier, C. Veränderung der Struktur und Verdaulichkeit von Getreidestärke beim Extrudieren / C. Mercier // Getreide, Mehl und Brot. – 1980. – No. 34. – P. 52.
22. Sendra, J. M. Evaluation of the effects of yeast strain and fermentation conditions on the volatile concentration profiles of pilot plant lager beers / J. M. Sendra, Tobov, F. Pinaga, L. Izquierdo, S. V. Carbonell // Monatsschr. Brauwiss. – 1994. – 47. – № 10. – P. 316–321.

THE QUESTION OF THE EFFECT OF INCREASING DECOMPRESSION IN THE WORKFLOW A SINGLE SCREW EXTRUDER

A. A. Kurochkin, D. I. Frolov

The results of experimental studies evaluating the effect of the intensity of the decompression in the workflow a single screw extruder. It is shown that a part of the thermal component of the destruction effect on the treated raw starch can be replaced by the decompression caused extrudate output from the high-pressure path of the machine in a low pressure area outside. The mathematical model that allows to predict and analyze the content of dextrins in the extrudate, depending on the temperature in the die zone of the machine screw and the pressure in the vacuum chamber upgraded extruder.

Keywords: starch extrudate, wheat, compression effect extruder vacuum chamber.

References

1. Abramov, O. V. Scientific provision of the extrusion process modeling environments based on starchy raw materials and development of highly efficient equipment for its implementation: author. dis. ... d-RA tekhn. Sciences: 05.18.12/Abramov, Oleg. – Voronezh: 2009. – 48 p
2. Voronina, P. K. Multifunctional composite with a high content of dietary fiber /P. K. Voronina, A. A. Kurochkin // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2015. – No. 4. – P. 65–71.
3. Vygodin, V. L. Extrusion technique and technology: state and prospects /V. L. Vygodin, V. L. Kasperovich, G. B. Zinyukhin, V. P. Popov, V. A. Butsko // Food industry. – 1995. – No. 7. – S. 4–5.
4. Karpov, V. G. Development of new types of starch products by extrusion: author. dis. ... doctor. tech. Sciences: 05.18.05 / Vladimir G. Karpov. M., 2000. – 48 p
5. Kurochkin, A. A. the extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina//Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – S. 70–74.
6. Kurochkin, A. A. prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and bread baking / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – Pp. 79–83.
7. Kurochkin, A. A. production of extrudates starchy grain with a given porosity // A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2014. – № 6 (22) . – Pp. 109–114.
8. Kurochkin, A. A. a Systematic approach to the development of the extruder for thermal vacuum processing of the extrudate / A. A. Kurochkin // Innovative technology. – 2014. – No. 4. – Pp. 17–21.
9. Kurochkin, A. A. the Theoretical justification of the thermal effect in the working process of the upgraded extruder / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2015. – No. 3. – P. 15–20.
10. Kurochkin, A. A. Multicomponent extrudate on the basis of wheat and Thistle seed / A. A. Kurochkin, D. I. Frolov// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2015. – No. 4. – P. 76–81.
11. Scientific support for current trends in the development of the edible thermoplastic extrusion / A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, V. M. Zimnyakov, mishanin A. L., V. V. Novikov, G. V. Shaburova, D. I. Frolov. – Penza, 2015. – 181 p.
12. Pat. 2561934 Russian Federation, IPC OR 1/12, VS 47/38. Extruder with vacuum chamber /G. V. Shaburova, P. K. Voronina, Shabrov R. V., Kurochkin A. A., A. Avrorov, V. No. 2014125348/13; Appl. 23.06.2014; publ. 10.06.2015, bull. No. 25. – 7 S.
13. Thermoplastic extrusion: scientific bases, technology, equipment /ed. by A. N. Bogatyrev, V. P. Yuryev. – M.: Degree, 1994. – 200 p.
14. Shaburov, and G. V. Protein complex extruded barley / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, V. P. Chistyakov, V. V. Novikov // Beer and drinks. – 2007. – No. 3. – S. 12.
15. Shaburov, and G. V. Extruded barley as a component of functional foods / G. V. Shaburova, E. V. Petrosova, T. V. Shlyonsky, A. A. Kurochkin // Food industry. – 2012. – No. 10. – Pp. 44–45.
16. Shaburov, and G. V. Improving the technological capacity of unmalted grain products // G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina // Technics and technology of food production. – 2014. – № 1 (32) . – Pp. 90–96.
17. Berglung, P. T. Physiochemical and sensory evaluation of extruded high-fiber barley cereals/ Berglung, P. T., C. E. Fastnaught, and E. T. Holm // Cereal. Chem. – 1994. – No. 1. – Pp. 91–95.

18. Heldman, D. R. Principles of Food Processing / D. R. Heldman, R. W. Hartel. – Springer, 1997. – P. 278–281.
19. Linko, P. High-Temperature-Short-Time Extrusion Cooking / Linko P., Colonna P., Mercier C. // Advances in Cereal Science and Technology. Ed. Y. Pomeranz. St. Paul, USA. – 1981. – Vol. IV. – P. 145–235.
20. Melcion, I. P. La cuisson-extrusion dans le domaine alimentaire: principe, applications, perspectives / I. P. Melcion, P. Colonna // Revue de l'alimentation animale. – 1983. – No. 368. – P. 45–54.
21. Mercier, C. Veränderung Verdaulichkeit der Struktur und beim Extrudieren von Getreidestärke / C. Mercier // Getreide, Mehl und Brot. – 1980. – No. 34. – P. 52.
22. Sendra, J. M. Evaluation of the effects of yeast strain and fermentation conditions on the volatile concentration profiles of pilot plant lager beers / J. M. Sendra, Tobov, F. Pinaga, L. Izquierdo, S. V. Carbonell // Monatsschr. Brauwiss. – 1994. – 47. – № 10. – P. 316–321.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 581.1:832.122.1

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Л. И. Данилина, Д. И. Фролов

Обсуждаются нарушения азотного обмена в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели европейской (*Picea abies* L.) и ели колючей (*Picea pungens* Engelm.), вызванные химическим загрязнением окружающей среды. Изучена зависимость накопления аминокислоты пролина в вегетативной массе сосны обыкновенной, ели европейской и ели колючей от содержания продуктов деструкции боевых отравляющих веществ в почве, позволяющая определять уровень загрязнения земель сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: стресс-индуцированный пролин, фитоиндикация, хвойные растения, химическое загрязнение.

Введение

Воздействие загрязнителей на растение затрагивает многие стороны жизни растительного организма: процессы фотосинтеза, дыхания, регенерации, деятельность пигментного аппарата, метаболизм растений. Нарушение физиологических функций является ответной реакцией растения на проникающие в него поллютанты. Эта реакция проявляется в разной степени у различных видов растений в зависимости от состава и токсичности веществ, физиологической активности организма и совокупного действия внешних факторов [6, 17, 21].

Фитоиндикация – это практическое применение различных признаков и свойств отдельных растений или растительных сообществ и их комплексов для получения качественной, а иногда и количественной, характеристики среды. Она не имеет своего объекта исследования, это не самостоятельная наука. При фитоиндикации используют не только внешний облик растения, но и его внутреннее строение, биохимический состав и физиологические процессы. Для анализа этих процессов используют методы морфологии, анатомии, физиологии и биохимии растений [2].

Химическое загрязнение порождает накопление в вегетативных органах растений свободных аминокислот, вызывает количественную и качественную изменчивость ферментных систем [4, 10]. Причём наиболее активные обозначенные выше биохимические реакции отмечаются у хвойных растений [11, 13, 15].

В современной науке накоплено много сведений о существенном накоплении аминокислоты

пролина в свободной форме в вегетативных органах (корнях, листьях и стеблях) в условиях химического стресса (стресс-индуцированный пролин) [1, 9, 17, 22, 23].

Пролин в растениях выполняет важную функцию [3, 8]. Он является протектором, который чётко реагирует на неблагоприятные условия среды. При воздействии на растение какого-либо негативного фактора (мороз, засоление, химическое загрязнение) в клетках фиксируется существенное накопление этой аминокислоты [20]. Аккумуляция в клетках растений свободного пролина является мощным защитным механизмом, позволяющим поддерживать водный статус клеток в условиях стресса [19]. Количество аккумулируемого пролина является результатом активизации гидролитических ферментов. Также замедляется отток ассимилятов из листьев, замедляется распад и деградация макромолекул [10]. Пролин не только понижает водный потенциал клеток, восстанавливая тем самым водоснабжение, но и защищает ферменты от инактивации, обеспечивает целостность структурных белков, сохраняет функциональную активность клеточных мембран [21]. Чувствительные к химическому загрязнению растения содержат больше пролина, чем устойчивые [6, 7]. Другими словами количество аккумулируемого пролина в растительных организмах можно назвать степенью его накопления.

В 50-е годы прошлого столетия на территории Пензенской области вблизи пос. Леонидовка Пензенского района производилось широкомасштабное уничтожение химического оружия с применением несовершенной технологии [5, 8]. В результате прилегающая территория была загрязнена боевыми от-

равляющими веществами: люизитом, заринном, зоманом и др. В настоящее время этот район насыщен продуктами деструкции отравляющих веществ: фосфонатами, мышьяком, диоксинами и другими поллютантами, которые существенно влияют на рост и обменные процессы в растениях [5, 16, 18].

Было установлено, что грунты на площадках, где в прошлом уничтожалось химическое оружие, загрязнены мышьяком до глубины 5 м, причём в верхнем слое почвы содержание этого элемента достигает десятков тысяч ПДК, на глубине 5 м оно снижается до нескольких сот ПДК.

Определение валового содержания мышьяка почвы и биоматериала площадок проводили методом ААС в модификации НПО «Тайфун» [18].

В пробах почвы на данной территории было обнаружено содержание мышьяка в десятки тысяч раз превышающей ПДК этого элемента: от 18467,2 мг/кг до 57533,2 мг/кг.

Экстремально высокие концентрации мышьяка обусловлены органическими и неорганическими продуктами трансформации люизита. Зафиксировано наличие в пробах токсичных цис- и трансизомеров β -хлорвиниларсиноксида и β -люизита. Иприта и токсичных продуктов его окисления дихлордиэтилсульфоксида и дихлордиэтилсульфона стандартными методами хромато-масспектрометрии не было обнаружено. Вместе с тем, в пробах были найдены полимерные соединения серы и целый ряд циклических соединений, содержащих серу, которые являются продуктами деструкции иприта [5].

Все эти поллютанты могут вызывать значительные изменения в физиолого-биохимических процессах растительных организмов, чувствительных к химическому загрязнению природной среды. Состояние аминокислотного обмена таких растений может быть использовано как показатель степени загрязнения территории. В связи с этим исследования влияния продуктов деструкции боевых отравляющих веществ на растительный организм являются, несомненно, перспективными и практически значимыми.

Целью работы являлось определение показателей, позволяющих выявить уровень загрязнения земель сельскохозяйственного назначения.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в местах хранения и уничтожения в прошлом боевых отравляющих веществ: иприта и люизита.

Полигон хранения и прошлого уничтожения химического оружия на территории Пензенской области образован в 50-х годах прошлого столетия.

Участок местности, на котором производилось уничтожение химических боеприпасов, находится в 10 км к юго-востоку от г. Пенза; в 4 км к юго-западу от ст. Леонидовка. Он состоит из трёх расположенных в непосредственной близости площадок,

лишённых древесной растительности общей площадью около 65800 м².

На данной местности были проведены исследования по изучению накопления свободного пролина в вегетативных органах хвойных растений: сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели европейской (*Picea abies* L.), ели колючей (*Picea pungens* Engelm.), туи западной (*Thuja occidentalis* L.).

Система пробоотбора составлена по методике, описанной В. Н. Чуписом (2007) [18] и включает 127 реперных точек для отбора проб (рисунок 1).

На базе исследованных реперных точек заложены площадки (400 м²), где были проведены полевые опыты, и отбирался растительный материал для лабораторных исследований. Зоны с реперными точками расположены равномерно по всему полигону и охватывают площадки с разным уровнем химического загрязнения. Исследованиями было охвачено 15 пробных площадей с различным уровнем химического загрязнения территории (реперные точки №/№ 13, 22, 26, 43, 52, 56, 62, 74, 78, 81, 92, 94, 96, 111, 114). Количество пробных площадей ограничено распространением хвойных растений.

Растительный материал отбирали на стационарных площадках в начале лета при температуре воздуха 23-25°C с ветвей среднего яруса 40-50-летних растений. Контрольные образцы фиксировали в зонах без загрязнения (Золоторёвский сосновый бор, пос. Ахуны, с. Никоново).

Содержание пролина определяли по методике Бейтса [21] в нашей модификации [14, 15], в двухграммовой навеске хвои, которую фиксировали в 96%-ном этиловом спирте, хранили в течение 24 часов при температуре 4-5°C, растирали в ступке с кварцевым песком в 20 мл водного раствора сульфосалициловой кислоты. Определение свободного пролина проводили в трёх параллельных пробах.

Для этого 2 мл фильтрата смешивали в пробирке с притёртой стеклянной пробкой с 2 мл кислого нингидрина и 2 мл ледяной уксусной кислоты. Смесь выдерживали в течение одного часа при 100°C на водяной бане. Реакцию ограничивали в плотной струе ледяной воды.

В пробирки с охлаждённой смесью приливали по 4 мл толуола (или бензола) и интенсивно взбалтывали до полного перехода оранжевой окраски в органический растворитель.

Верхний окрашенный слой сливали в кюветы (20 мм) и с помощью фотоэлектроколориметра (КФК-3 или ФЭК-56М) измеряли плотность оранжевой окраски.

Экстинцию определяли на синем светофильтре с длиной волны 520 нм.

Концентрацию аминокислоты рассчитывали по графику, построенному на стандартных растворах пролина, и выражали в мг% на сырую массу.

Статистическая обработка проведена в Microsoft Excel 2010 и Statistica 10 с помощью корреляционно-регрессионного анализа. В качестве независимой переменной было выбрано содержание

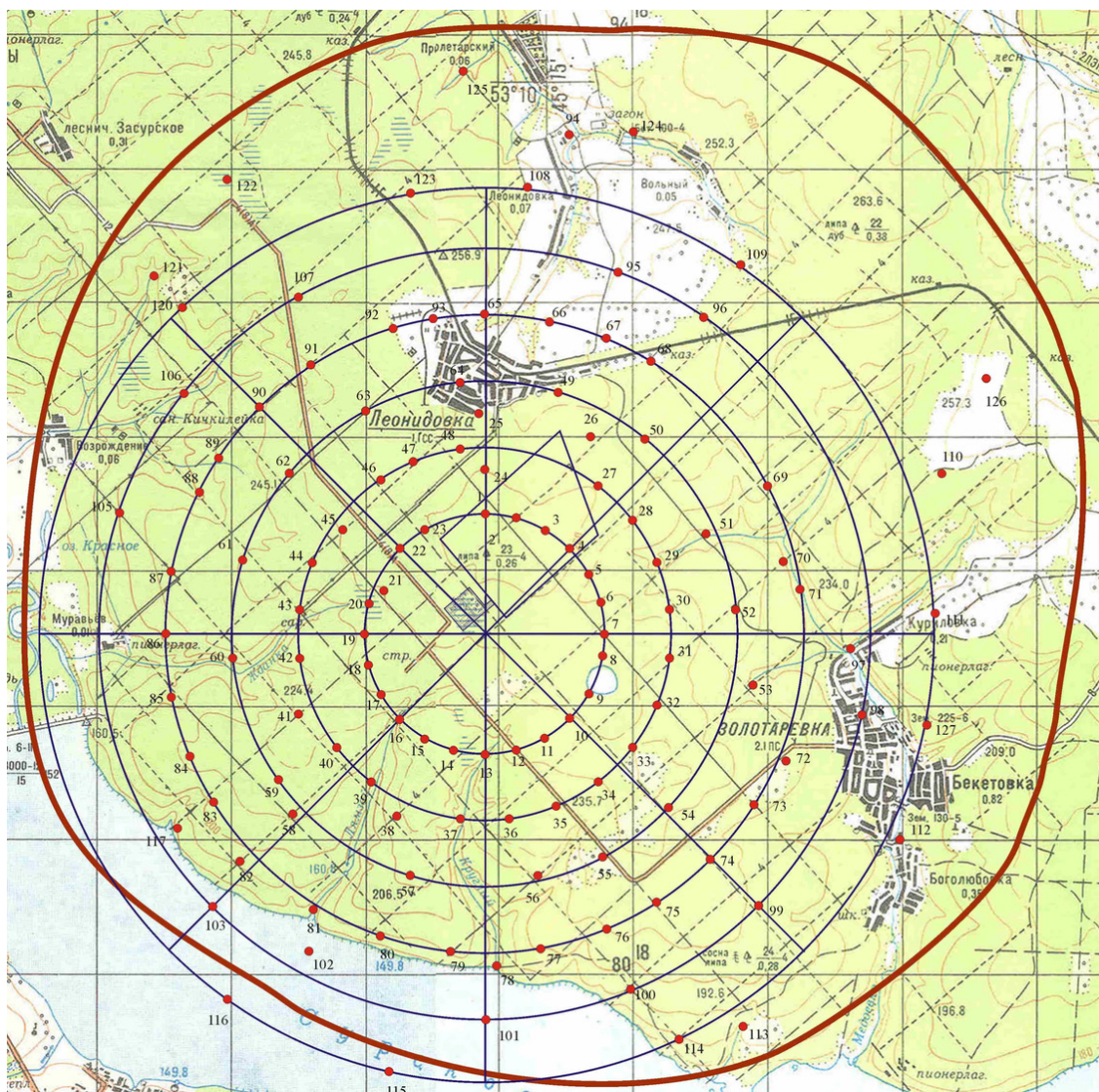


Рис. 1. Система пробоотбора

стресс-индуцированного пролина в вегетативных органах хвойных растений, в качестве зависимых переменных - содержание продуктов деструкции боевых отравляющих веществ в почве.

Результаты и их обсуждение

После статистической обработки данных нами были условно выделены три уровня химического загрязнения территории по степени накопления стресс-индуцированного пролина:

- 1) низкий уровень (степень накопления 1,5 и ниже);
- 2) средний уровень (1,6–2,5);
- 3) высокий уровень (2,6 и выше).

Результаты оценки уровня химического загрязнения территории приведены в табл. 1.

Полученные данные показывают неравномерность загрязнения мест хранения и прошлого уничтожения химического оружия.

Следует выделить зоны с низким уровнем химического загрязнения (реперы №/№ 13, 94, 96), где степень накопления стресс-индуцированного

пролина соответствовала низкому уровню – в пределах 1,16–1,42.

Также были определены зоны химического загрязнения (реперы №/№ 22, 52, 74, 92, 111), где степень накопления свободного пролина в листьях *P. sylvestris* отличалась в пределах норматива, соответствующего среднему уровню химического загрязнения – в пределах 1,71–2,42.

Исследования показали, что хвоя сосны и ели отличалась низким содержанием свободного пролина в контрольной незагрязнённой зоне.

Хвойные растения, произрастающие в зоне химического загрязнения с преобладанием мышьяка, диоксинов и других продуктов деструкции боевых отравляющих веществ, по-разному реагировали на стрессовое воздействие.

Существенные перестройки азотного обмена отличались в хвое сосны, что выразилось в значительном накоплении свободного пролина в вегетативной массе. Так, в зоне сильного загрязнения содержание аминокислоты в пробах повысилось в 11 раз по сравнению с содержанием её в контрольной незагрязнённой зоне. Менее

Таблица 1 – Оценка загрязнения территории по степени накопления стресс-индуцированного пролина в хвое

Место пробоотбора (номера реперных точек)	Содержание стресс-индуцированного пролина, мг% (К – степень накопления)				Уровень химического загрязнения территории
	сосна обыкновенная (M±m)	ель европейская (M±m)	ель колючая (M±m)	туя западная (M±m)	
контроль	11,4±0,4	13,7±0,2	14,1±0,6	19,5±0,8	нет загрязнения
13	15,6±0,6 (1,37)	20,8±0,1 (1,52)	17,5±0,1 (1,24)	-	низкий
22	-	33,2±0,1 (2,42)	29,8±0,1 (2,11)	33,9±0,1 (1,74)	средний
26	27,1±0,1 (2,38)	38,7±0,1 (2,82)	-	91,7±0,4 (4,71)	высокий
43	34,0±0,1 (2,93)	30,3±0,2 (2,21)	44,0±0,2 (3,12)	-	высокий
52	24,5±0,1 (2,15)	33,0±0,2 (2,41)	-	36,9±0,2 (1,89)	средний
56	31,5±0,2 (2,76)	44,1±0,2 (3,22)	45,4±0,2 (3,22)	-	высокий
62	-	34,8±0,1 (2,54)	-	62,2±0,3 (3,19)	высокий
74	20,3±0,1 (1,78)	-	-	-	средний
78	-	-	61,4±0,3 (4,35)	78,2±0,3 (4,01)	высокий
81	-	-	-	51,1±0,2 (2,62)	высокий
92	33,7±0,2 (2,96)	19,5±0,1 (1,42)	38,2±0,2 (2,71)	28,7±0,1 (1,47)	средний
94	-	-	-	22,6±0,1 (1,16)	низкий
96	14,1±0,5 (1,24)	15,2±0,1 (1,11)	20,0±0,1 (1,42)	30,8±0,1 (1,58)	низкий
111	22,3±0,1 (1,96)	26,9±0,2 (1,96)	-	-	средний
114	29,0±0,1 (2,74)	-	-	-	высокий

Примечания:

М – значение степени накопления стресс-индуцированного пролина;

m – погрешность измерений.

активная ответная реакция на химический стресс фиксировалась нами в хвое ели, где степень накопления пролина варьировала в пределах 2,2 до 5,0.

С помощью корреляционно-регрессионного анализа был проведен поиск взаимосвязи между содержанием в почве продуктов деструкции боевых отравляющих веществ и содержанием стресс-индуцированного пролина в вегетативных органах хвойных растений.

В итоге были получены уравнения зависимостей, имеющих форму линейной регрессии. Модель линейной регрессии представляет собой линейную функцию между зависимой и независимой переменной. Для оценки качества полученной модели определена теснота взаимосвязи между переменными величинами. Для оценки силы связи в теории корреляции применяется шкала Чеддока: слабая – от 0,1 до 0,3; умеренная – от 0,3 до 0,5; заметная – от 0,5 до 0,7;

высокая – от 0,7 до 0,9; весьма высокая (сильная) – от 0,9 до 1,0.

Проанализировав показатели качества полученных моделей получили:

– множественный коэффициент корреляции находится в пределах от 0,69 до 0,87 что по шкале Чеддока свидетельствует о высокой силе связи между переменными;

– коэффициент детерминации находится на довольно высоком уровне от 0,48 до 0,76, что означает о присутствии функциональной зависимости между переменными в полученных нами уравнениях;

– статистическая значимость составляет от 0,0001 до 0,0040, что соответствует довольно высокому уровню доверия к полученным моделям.

Результаты показателей качества моделей полученных нами зависимостей приведены в таблице 2.

Полученные регрессионные уравнения

Таблица 2 – Показатели качества моделей

	Сосна обыкновенная			Ель европейская			Ель колючая		
	R	p	R ²	R	p	R ²	R	p	R ²
Фосфор	0,72	0,002	0,52	0,74	0,002	0,54	0,78	0,001	0,61
Мышьяк	0,79	0,001	0,62	0,78	0,001	0,61	0,82	0,000	0,68
Свинец	0,85	0,000	0,73	0,8	0,000	0,63	0,87	0,000	0,76
Кадмий	0,69	0,004	0,48	0,78	0,001	0,62	0,78	0,001	0,61

Примечания:

R – множественный коэффициент корреляции;

p – статистическая значимость (p-уровень);

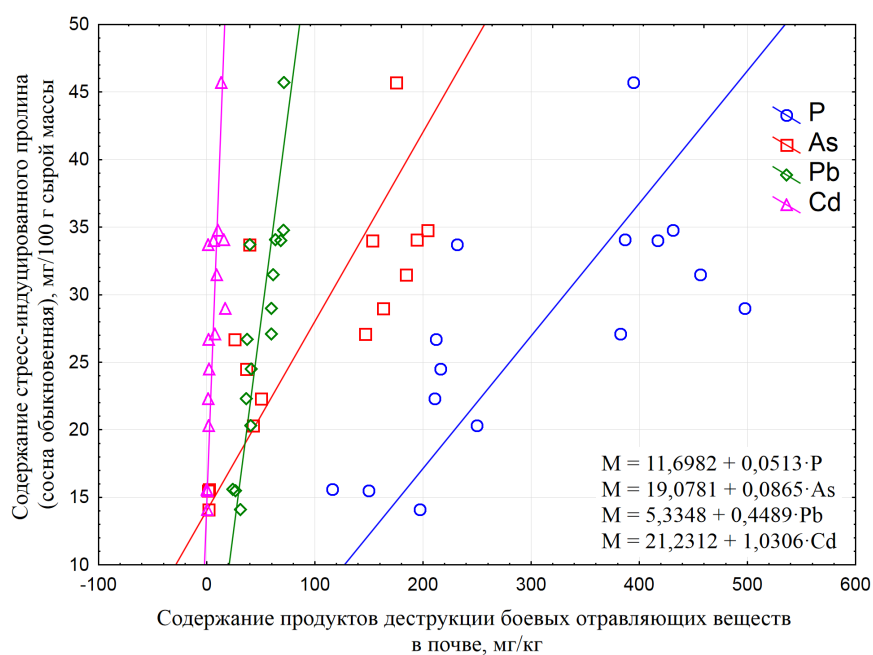
R² – коэффициент детерминации.

Рис. 2. Зависимость изменения аминокислоты пролина в вегетативных органах сосны обыкновенной от содержания продуктов деградации боевых отравляющих веществ в почве

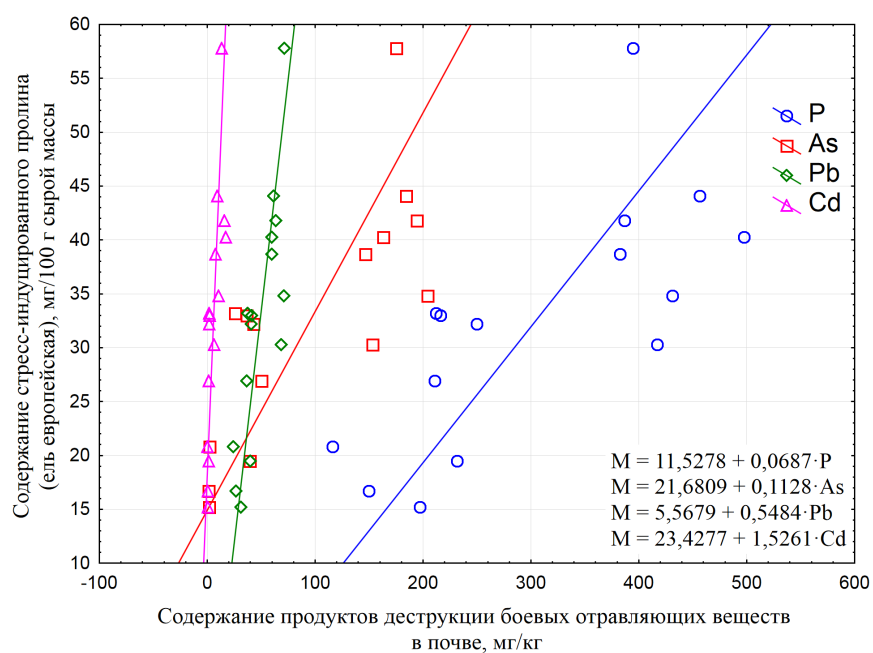


Рис. 3. Зависимость изменения аминокислоты пролина в вегетативных органах ели европейской от содержания продуктов деградации боевых отравляющих веществ в почве

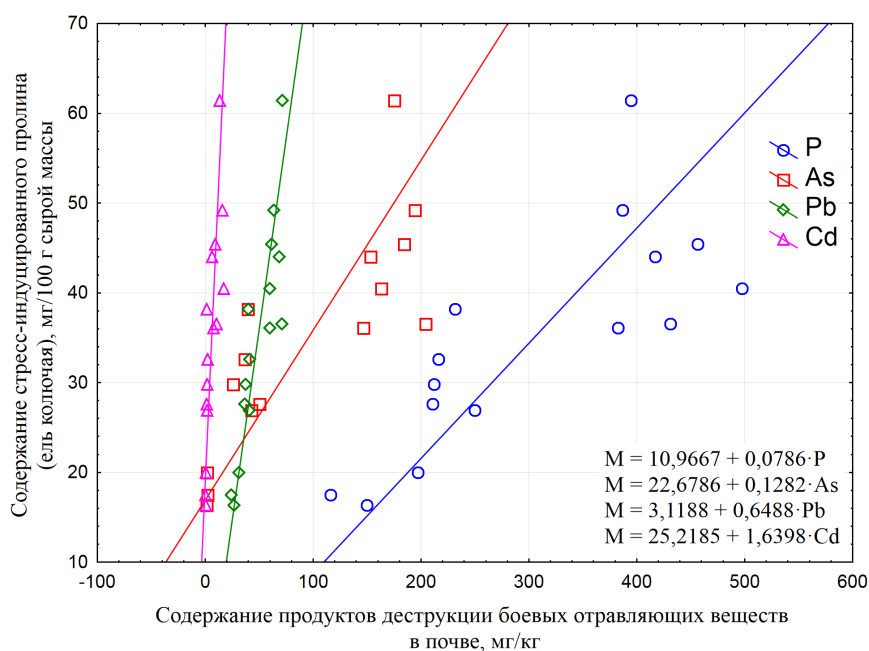


Рис. 4. Зависимость изменения аминокислоты пролина в вегетативных органах ели колючей от содержания продуктов деструкции боевых отравляющих веществ в почве

зависимостей показывают, что при увеличении содержания в почве продуктов деструкции боевых отравляющих веществ, в частности соединений: фосфора, мышьяка, свинца, кадмия, линейно происходило и увеличение содержания аминокислоты пролина в вегетативных органах сосны обыкновенной (рис. 2).

Аналогичные результаты были получены при исследовании ели европейской (рис. 3) и ели колючей (рис. 4). По результатам анализа видно, что наибольшее влияние на повышение уровня пролина оказали кадмий, свинец и мышьяк. Так даже при малом увеличении концентрации кадмия уровень аминокислоты пролина в вегетативных органах хвойных растений резко повышался.

Выводы

Показатели нарушения азотного обмена в хвое сосны обыкновенной (*P. sylvestris*) и ели колючей (*P. pungens*), выразившиеся в степени накопления

аминокислоты пролина в вегетативной массе, позволяют нам определить уровень загрязнения земель сельскохозяйственного назначения.

Следовательно, показатель нарушения азотного обмена в хвое растений, выражающийся в накоплении аминокислоты пролина, является объективным тестом уровня загрязнения природной среды.

Предлагаемая нами система оценки позволяет прогнозировать нарушения экосистем и заблаговременно принимать меры по предотвращению их разрушения.

Используя эти преимущества фитоиндикации, мы сделали попытку оценить возможность применения аминокислоты пролина, которая, как известно, накапливается в вегетативных органах растений в условиях химического стресса, в качестве показателя химического загрязнения мест прошлого уничтожения химического оружия на территории Пензенской области.

Список литературы

1. Бритиков, Е. А. Биологическая роль пролина / Е. А. Бритиков. – Москва: Наука, 1975. – 88 с.
2. Булохов, А. Д. Фитоиндикация и её практическое применение / А. Д. Булохов. – Брянск: Изд-во БГУ, 2004. – 245 с.
3. Гауровиц, Ф. Химия и функция белков / Ф. Гауровиц. – М., 1965. – 530 с.
4. Ганн, А. П. Влияние экологических факторов на изоферментный состав пероксидазы древесных растений / А. П. Ганн, И. В. Лукашевич // Тез. докл. II съезда Всерос. о-ва физиологов растений. – М., 1992. – Ч. 2. – С. 49.
5. Гончаров, А. И. Опыт-экспериментальный полигон, как средство поиска типовых решений в области охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и регионального природопользования при хранении и уничтожении ХО / А. И. Гончаров // «Экологические проблемы

- наследия «холодной войны» и пути их преодоления». Сборн. матер. междунар. науч.–практич. конф. – Пенза, 2004. – 90 с.
6. Иванов, А. И. Динамика свободного пролина в хвое растений в условиях химического стресса / А. И. Иванов, А. П. Стаценко, О. В. Сергеева, Е. Е. Конкина, Л. И. Тужилова // «Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия»: сб. ст. Всерос. науч.– практ. конф. Ч.1. – Пенза: РИО ПГСХА, 2007. – С. 67–69.
 7. Иванов, А. И. Свободный пролин – биохимический показатель степени химического загрязнения природной среды / А. И. Иванов, А. П. Стаценко, Е. Е. Конкина, О. В. Сергеева, Л. И. Тужилова // «Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России»: сб. ст. V Междунар. науч.– практ. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2007. – С. 95–97.
 8. Кретович, В. Л. Биохимия растений / В. Л. Кретович. – М.: Высш. шк., 1986. – 503 с.
 9. Кузнецов, Вл. В. Индуцибельные системы и их роль при адаптации растений к стрессорным факторам: Дис. ... докт. биол. наук / Вл. В. Кузнецов. – Кишинев: ИФР АНРМ, 1992. – 74 с.
 10. Кузнецов, Вл. В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм и регуляция / Вл. В. Кузнецов, Н. И. Шевякова // Физиология растений, 1999. – Т. 46. Вып. 2. – С. 305–320.
 11. Михайлова, Т. А. Биохимическая индикация воздействия промышленных эмиссий на хвойные леса / Т. А. Михайлова // Анатомия, физиология и экология лесных растений. – Петрозаводск: Ин-т леса Карельск. Филиал РАН, 1992. – С. 118–120.
 12. Никитин, А. Я. Анализ и прогноз временных рядов в экологических наблюдениях и экспериментах / А. Я. Никитин, С. А. Сосунова. – Иркутск: Иркут. гос. пед. ун-т. 2003. – 83 с.
 13. Новицкая, Ю. Э. Адаптация сосны к экстремальным факторам среды / Ю. Э. Новицкая // Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере. – Л., 1985. – С. 113–131.
 14. Стаценко, А. П. Биохимическое тестирование окружающей среды / А. П. Стаценко, А. И. Иванов, Е. Е. Конкина, Л. И. Тужилова, О. В. Сергеева // «Современные проблемы экологии»: сб. ст. – Тула, 2007. – С. 65–67.
 15. Стаценко, А. П. Изменчивость азотного обмена хвои как биохимический индикатор загрязнения / А. П. Стаценко, М. М. Носачёв, Л. И. Тужилова // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. – Пенза: МНИЦ, 2007. – с. 223–226.
 16. Стаценко, А. П. О криозащитной роли аминокислот в растениях / А. П. Стаценко // Физиология и биохимия культурных растений, 1992. – Т. 24. № 6. – С. 560–564.
 17. Судачкова, Н. Е. Биохимические индикаторы стрессового состояния древесных растений / Н. Е. Судачкова, И. В. Шеин, Л. И. Романова. – Новосибирск: Наука. Сиб. Предприятие РАН, 1997. – 176 с.
 18. Чупис, В. П. Экологический мониторинг объектов уничтожения химического оружия – опыт создания и перспективы развития / В. П. Чупис // Теоретическая и прикладная экология, 2007. – № 2. – С. 35–41.
 19. Шевякова, Н. И. Метаболизм и физиологическая роль пролина при водном и солевом стрессе / Н. И. Шевякова // Физиология растений, 1983. – Т. 30. – С. 768–783.
 20. Шевякова, Н. И. Стрессорный ответ клеток *Nicotiana sylvestris* L. на засоление и высокую температуру / Н. И. Шевякова, Б. В. Рощупкин, Н. В. Парамонова, Вл. В. Кузнецов // Физиология растений, 1994. – Т. 41. – С. 558–565.
 21. Bates, Z. S. Rapid determination of free proline for water-stress studies / Z. S. Bates, R. P. Waldren, J. D. Teare // Plant and Soil, 1973. – V. 39. – № 1 – P. 205–207.
 22. Samuel, D. Proline is a Protein Solubilizing Solute / D. Samuel, R. K. S. Kumar, C. Jayaramoan, P. W. Yang // Bioch. Mol. Biol. Intern., 1997. – V. 41. – P. 235–242.
 23. Schohert, B. Unusual Solution Properties of Proline and Its Interaction with Proteins / B. Schohert, H. Tschesche // Biochim. Biophys. Acta., 1978. – V. 541. – P. 270–277.

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF CONTAMINATION OF AGRICULTURAL LAND

L. I. Danilina, D. I. Frolov

The article discusses the nitrogen metabolism violations in needles of *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* L. and *Picea pungens* Engelm., provoked by chemical pollution. The proline amino acid accumulation in vegetative mass of mentioned plants depends on destruction products contention of chemical agents in the soil. This dependence allows us to determine the pollution level of the agricultural land.

Keywords: stress-induced proline, phytoindication, coniferous plants, chemical pollution.

References

1. Britikov, E. A. the Biological role of Proline / E. A. Britikov. – Moscow: Nauka, 1975. – 88 p.
2. Bulahov, D. A. Phytoindication and its practical application / A. D. Bulokhov. – Bryansk: Publishing house of BSU, 2004. – 245 p.
3. Gurovic, F. Chemistry and function of proteins / F. Gurovic. – M., 1965. – 530 p.
4. Gunn, A. P. the Influence of environmental factors on isozyme composition of peroxidase woody plants / A. P. Gunn, I. V. Lukashevich // proc. Dokl. II Congress of all-Russia. about the society of physiologists of plants. – M., 1992. – Part 2. – P. 49.
5. Goncharov, A. I. experimental ground, as a means of finding standard solutions in the field of environmental protection, environmental security and regional environmental management in the storage and destruction HO / A. I. Goncharov // the «Environmental legacy issues of the «cold war» and ways of overcoming them». The team. mater. Intern. scientific. practical. Conf. – Penza, 2004. – 90 S.
6. Ivanov, A. I. Dynamics of free Proline in needles of plants in conditions of chemical stress / A. I. Ivanov, A. P. Statsenko, O. V. Sergeeva, E. E. Konkin, L. I. Turilova // «Monitoring of natural ecosystems in zones of protective actions of objects on chemical weapon destruction», collected articles of all-Russian. scientific. scient. Conf.H.1. – Penza: RIO phsa, 2007. – P. 67-69.
7. Ivanov, A. I. Free Proline – a biochemical indicator of the degree of chemical pollution of the natural environment / A. I. Ivanov, A. P. Statsenko, E. E. Konkin, O. V. Sergeeva, L. I. Turilova // «natural-resource potential, ecology and sustainable development of regions of Russia», collected articles, With the V Intern. scientific. scient. Conf. – Penza: RIO phsa, 2007. – Pp. 95-97.
8. Kretovich, V. L. Biochemistry of plants / V. L. Kretovich. – M.: Higher. Sch., 1986. – 503 p.
9. Kuznetsov, V. L. V. Inducible systems and their role in adaptation of plants to stress factors: Dis. ... doctor. Biol. Sciences / VL. V. Kuznetsov. – Chisinau: IGF ANRM, 1992. – 74.
10. Kuznetsov, VL. V. Proline under stress: biological role, metabolism and regulation / VL. Kuznetsov, N. I. Shevyakova // plant Physiology, 1999. – T. 46. Vol. 2. – S. 305-320.
11. Mikhailova, T. A. Biochemical indication of the industrial emissions on coniferous forests / T. A. Mikhailova // Anatomy, physiology and ecology of forest plants. – Petrozavodsk: Institute of forest Karelsk. Branch of RAS, 1992. – S. 118-120.
12. Nikitin, A. Y. Analysis and prediction of time series in ecological observations and experiments / A. Y. Nikitin, S. A. Sosunova. – Irkutsk: Irkut. state PED. University T. 2003. – 83 S.
13. Novitskaya, Y. E. pine Adaptation to extreme factors of the environment / Yu. Novitskaya E. // Physiological and biochemical basis of growth adaptation of pine to the North. – L., 1985. – S. 113-131.
14. Statsenko, A. P. Biochemical testing environment / A. P. Statsenko, A. I. Ivanov, E. E. Konkin, L. I. Turilova, O. V. Sergeev // «Modern problems of ecology»: SB. St – Tula, 2007. – P. 65-67.
15. Statsenko, A. P. Variability of nitrogen metabolism of the needles as a biochemical indicator of pollution / A. P. Statsenko, M. M. Nosachev, L. I. Turilova // natural-resource potential, ecology and sustainable development of the regions of Russia. – Penza: the scientific, 2007. – p. 223-226.
16. Statsenko, A. P. cryoprotective role of amino acids in plants / A. P. Statsenko // Physiology and biochemistry of cultivated plants, 1992. – Vol. 24. No. 6. – S. 560-564.
17. Sudachkova, N. E. Biochemical indicators of stress of woody plants / N. E. Sudachkova, I. Shein, L. I. Romanova. – Novosibirsk: Nauka. Sib. Company Russian Academy of Sciences, 1997. – 176 p.
18. Cupis, V. P. Ecological monitoring of objects of destruction of chemical weapons – experience of creation and development prospects / V. P. cupis // Theoretical and applied ecology, 2007. – No. 2. – P. 35-41.
19. Sheviakova, N. I. Metabolism and physiological role of Proline in water and salt stress / N. I. Shevyakova // Fi-siology plants, 1983. – Vol. 30. – S. 768-783.
20. Sheviakova, N. I. Stress response of the cells of *Nicotiana vulgaris* L. to salinity and vysokotemperaturnom / N. I. Shevyakova, B. V. Roshchupkin, N. V. Paramonov, VL. Kuznetsov, V. // plant Physiology, 1994. – T. 41. – S. 558-565.
21. Bates, S. Z. rapid determination of free Proline for water-stress studies / Z. S. Bates, R. P. Waldren, J. D. Mr justice teare // plant and soil, 1973. – V. 39. – No. 1 – Pp. 205-207.
22. Samuel, D. Proline protein Solubilizers the substance / Samuel D., R. K. S. Kumar, S. Jayaramoan, P. V. Yang// Bioch. Mol. Biol. Intern., 1997. – V. 41. – S. 235-242.
23. Schohert, V. Unusual solution properties of Proline and its interaction with a protein / Schohert B., Tschesche, H. // biochemistry. Academy of Sciences. Acta., 1978. – V. 541. – Pp. 270-277.

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ИНДИКАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МОЛОЧНОПРОДУКТОВОГО ПОДКОМПЛЕКСА

В. М. Зимняков, И. В. Гаврюшина

Предложены основные рычаги государственного регулирования, используемые при индикативном планировании в сельском хозяйстве. Выделены основные существенные признаки, которые необходимо учитывать в практике планирования и управления молочнопродуктовым подкомплексом. Обоснована необходимость моделирования деятельности подкомплекса и функционирования прогнозной системы его хозяйствования, позволяющая определить перспективные результаты при различном соотношении факторов и аналитических показателей с ориентацией на прибыль и другие целевые показатели. Для реализации системы планирования молочнопродуктового подкомплекса необходима система экономико-математических моделей и расчетов эконометрического типа, основанная на использовании статистической информации ретроспективного характера, оценке отдельных переменных величин, их параметров, а также формализации соотношений, описывающих основные взаимосвязи элементов, образующих экономическую систему.

Ключевые слова: молочнопродуктовый подкомплекс, индикативное планирование, экономико-математические модели, государственное регулирование, планирование, управление.

Введение

Индикативное планирование – важнейший инструмент косвенного воздействия государства на экономические процессы, обеспечивающий, с одной стороны, оптимизацию сочетания интересов различных субъектов рынка, с другой – проведение политики приоритетов государства в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Индикативное планирование можно рассматривать как механизм координации и деятельности субъектов управления и хозяйствования.

Использование системы индикативного планирования в общем случае решается по принципу: рынок – насколько возможно, план – насколько необходимо. При этом существует множество вариантов соотношения рыночного механизма и планового управления, включающих законодательно оформленные процедуры планирования, выбор приоритетов национального социально-экономического развития, механизмы их реализации.

Широкое и системное использование индикативного планирования в практике государственного управления обуславливает необходимость поиска внедрения в алгоритм плановой работы функционально новых методов научного предвидения. Одним из них является целеориентирование сельскохозяйственных товаропроизводителей и других субъектов рыночных отношений, представляющее собой одну из стадий планирования, позволяющую устанавливать приоритетные направления в развитии сельского производства.

Индикативное планирование в условиях противоречивости интересов государства и сельхозтоваропроизводителей способствует высокому уровню принятия решений на перспективу, дает

возможность сгладить эти противоречия и разработать план развития, приемлемый для всех сторон.

Цель работы состоит в разработке концептуальных основ индикативного планирования в системе управления молочнопродуктовым подкомплексом, в уточнении его содержания, в обосновании рекомендательных и ориентирующих индикаторов, необходимых для изменения стратегии развития сельскохозяйственного производства в условиях рынка.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является процесс экономического развития молочнопродуктового подкомплекса. Предметом исследования выступают инструментально-методические средства, алгоритмы и технологии организации индикативного планирования и разработки среднесрочных прогнозных сценариев развития молочнопродуктового подкомплекса. Инструментально-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований: диалектического, статистического, типологического, индуктивного и дедуктивного анализа, экономико-математического моделирования, социологического опроса, экспертных оценок, монографического обследования. В процессе обработки исходной информации и других привлеченных аналитических материалов применялись анализ и синтез, логический, корреляционный и статистический анализ и др. Методика исследований включала изучение концептуальных подходов в прогнозировании и планировании развития аграрного производства с разработкой прогнозов динамики развития молочнопродуктового

подкомплекса. В процессе научных исследований использовались программно-целевой и нормативный подходы к индикативному планированию.

Теоретико-методологической основой исследования является применение диалектических принципов и методов научного познания, системный подход к исследованию проблем планирования молочнопродуктового подкомплекса.

Результаты и их обсуждение

Новые экономические условия требуют использования принципов планирования с учетом влияния изменений внутренней и внешней среды, а также учета самостоятельности хозяйствующих субъектов. Поэтому необходим переход к индикативному планированию, имеющему рекомендательный характер по отношению к сельхозтоваропроизводителям. Такой подход означает право выбора сельскохозяйственными и другими товаропроизводителями АПК тех направлений и методов своей деятельности, ее результативных показателей, которые для них являются наиболее эффективными при действующем экономическом механизме и ситуации, складывающейся на рынке. В этих условиях ограничивающими показателями являются: размер субсидий и налогов, квоты, пошлины и т.п.

Рекомендательными должны быть как количественные (квоты на закупки сельскохозяйственной продукции в федеральные и региональные фонды), так и качественные (показатели, обеспечивающие конкурентоспособность продукции) производственно-экономические параметры.

Среди существенных признаков индикативного планирования следует назвать рекомендательный (необязательный) характер показателей плановых документов, ориентирующих их назначение, добровольность выбора одного из вариантов предлагаемого решения или неучастия в плановых мероприятиях, возможность последующего оформления индикативных плановых показателей с дополнительными соглашениями, договорами, контрактами или другими формами взаимных обязательств.

К этому следует добавить, что посредством индикативного планирования осуществляется координация интересов государства и субъектов хозяйствования.

В качестве основных рычагов государственно-го регулирования, используемых при индикативном планировании в сельском хозяйстве, предлагается использовать [1]:

1. Цены (гарантированные, залоговые, закупочные, надбавки к ценам).
2. Кредит (субсидированный, товарный, инвестиционный).
3. Бюджет (бюджетные ссуды, компенсационные выплаты, лизинг, субсидии, авансирование при закупке в госфонды, финансирование мероприятий по госпрограммам).

4. Налогообложение (льготы по налогам, дифференциация налогов).

5. Страхование.

6. Внешне-экономическая деятельность (таможенные пошлины, поддержка экспорта [1]).

На современном этапе развития отраслей действенным инструментом является заключение соглашений Минсельхоза РФ с регионами, а также соглашения регионов с муниципальными образованияами. Хозяйствующие субъекты для участия в реализации региональных и муниципальных отраслевых программ подают инвестиционные проекты и, после приведения их к соответствующим требованиям, становятся участниками выполнения целевых отраслевых программ и соглашений.

Ряд исследователей выделяют следующие существенные признаки, которые необходимо учитывать в практике планирования и управления молочнопродуктового подкомплекса: целостность (с прямыми и обратными взаимосвязями отраслей); динамическое равновесие между всеми элементами по обеспеченности производственными ресурсами и по научно-техническому уровню применяемой технологии; взаимосвязь элементов, непрерывность, ритмичность производства в рамках системы предприятий и организаций; иерархичность структуры и возможность управления ее развитием; системный анализ деятельности предприятий и отраслей общественного производства [2, 3, 4].

Специфическая особенность, которая должна учитываться при разработке путей повышения эффективности молочнопродуктового подкомплекса в его индикативном планировании, состоит в том, что он функционирует как биотехникоэкономическая система: объективные циклы деятельности животноводства (биосистема) определяют в итоге масштабы перерабатывающей промышленности (технико-технологическая система) и других его сфер. Молочное скотоводство следует рассматривать не только как традиционную и социально значимую отрасль, но и имеющую организационно-экономическую специфику, которая способна создавать предпосылки для более эффективного ведения молочного производства в условиях рынка. Распределительные отношения между отдельными предприятиями различных сфер подкомплекса лежат в основе эффективного функционирования всей экономической системы. Сущность этой системы проявляется в следующем:

Разработка организационно-экономического механизма регулирования подкомплекса, в том числе системы стратегических и оперативных планов на каждом уровне, должна учитывать основные его свойства, характеризующие экономическую сущность подкомплекса, как системы.

Центральной проблемой развития молочнопродуктового подкомплекса является формирование и организация специализированных молочно-сырьевых зон. Данные вопросы необходимо решать на основе: а) интенсивного развития цен-



Рис. 1. Этапы разработки системы индикативного планирования молочнопродуктового подкомплекса

трального технологического звена подкомплекса – молочного скотоводства, где самой острой проблемой является повышение отдачи генетического и производственного потенциала; б) активной и направляющей роли молочной промышленности в организации сырьевой зоны и обеспечении развития сырьевых источников. В системе подкомплекса это ведущие комплексобразующие звенья, где следует сосредоточить усилия, чтобы поднять всю цепочку его производственной деятельности.

Мы разделяем мнение тех ученых, которые утверждают, что нужны принципиально новые подходы к организации, планированию и технологии производства в этой отрасли. В частности, для выявления возможностей повышения эффективности производства следует определить систему ее факторов, их взаимосвязь и степень использования [1, 5, 6, 7, 8], а также регулирование отраслей подкомплекса должно осуществляться через систему целевых индикаторов отраслевых программ.

Решение изложенных проблем должно быть воплощением множества взаимосвязанных задач, решать которые необходимо с учетом конкретных условий каждого хозяйства. Особенно важно обосновать оптимальные пропорции между отдельными элементами производства, обеспечить наилучшее использование всех производственно-экономических ресурсов, использовать неинвестиционные факторы повышения эффективности производства в молочном скотоводстве, (например, только обеспечение оптимальных пропорций между использованием кормовых ресурсов, молочным потенциалом коров и их поголовьем потребует в 2,3-2,5 раза меньше кормов, чем при расширении

основного стада при низкой его продуктивности) [9, 10].

В то же время необходимо определить порядок формирования нормативов затрат на производство молока, при различных уровнях его интенсивности обосновать их величину. Нормативы затрат ресурсов должны устанавливаться исходя из экономически целесообразного уровня молочной продуктивности коров, прогнозируемой с учетом ресурсно-биологического потенциала отрасли, а также оптимальной структуры стада, обоснованной потребности в кормах, в земельных и трудовых ресурсах.

Специфичность системы индикативного планирования, регулирования и управления молочным подкомплексом заключается и в том, что она должна быть нацелена: а) на достижение его конечных результатов при одновременной оптимизации их на уровне каждой отрасли; б) на развитие интегрированных отраслей и производств при соблюдении целевого принципа: за исходное считать конкретный продукт, доведенный до потребителя [12, 13, 14]. Для нас таким продуктом является ассортимент молочной продукции.

Применительно к молочнопродуктовому подкомплексу мы видим следующие основополагающие линии: а) оптимизацию систем ведения базовых отраслей подкомплекса, обоснование их реальных возможностей; б) разработку рыночной стратегии функционирования составляющих подкомплекса и модели его развития в современных экономических условиях; в) формирование полноценного отечественного рынка молока и молочных продуктов [8, 11, 15, 16].

Особое внимание следует уделить: а) проблеме повышения совокупной социально-экономической эффективности подкомплекса и молочно-продуктового рынка; б) обоснованию устойчивой производственно-отраслевой структуры предприятий молочно-направленного, специализации, параметрам перспективного развития с учетом закономерных связей между отраслями растениеводства и животноводства; в) оптимизации параметров развития молочно-скотоводства в соответствии со спецификой природно-экономической среды; г) обоснованию организационно-экономической и производственной структуры подкомплекса с учетом развития интеграционных процессов.

Необходимо моделирование деятельности подкомплекса и функционирования прогнозной системы его хозяйствования, позволяющего определить перспективные результаты при различном соотношении факторов и аналитических показателей с ориентацией на прибыль и другие целевые показатели.

Мы предлагаем разработку и реализацию системы индикативного планирования осуществлять в 9 этапов (рис. 1). Данная схема может быть реализована на основе системы экономико-математических моделей (корреляционно-регрессионных, оптимизационных), балансовых методов и прямого счета.

Для реализации системы планирования молочно-продуктового подкомплекса необходима система экономико-математических моделей и расчетов эконометрического типа, основанная на использовании статистической информации ретроспективного характера, оценке отдельных переменных величин, их параметров, а также формализации соотношений, описывающих основные взаимосвязи элементов, образующих экономическую систему.

Разработка эконометрической системы моделей и расчетов индикативного планирования должна предполагать три этапа (рис. 2).

Как отдельные модели, так и система моделей планирования, должны отвечать требованиям, содержание которых сводится к следующим положениям: иметь четкую последовательность (алгоритм) составления плана-прогноза при имеющемся характере и значениях исходной информации; учитывать многофакторные связи прогнозируемых процессов и параметров, выявлять наиболее устойчивые закономерности и тенденции в процессе анализа получаемых результатов, содействовать согласованию планов-прогнозов, обеспечивая их непротиворечивость и взаимную корректировку.

В соответствии с вышеизложенными методологическими вопросами разработки системы индикативного планирования молочно-продуктового подкомплекса, мы считаем целесообразным представить её в виде следующей блок-схемы, которая позволит дать последовательность реализации на основе модели эконометрии (рис. 3).

1. Анализ условий и ретроспективного развития регионального подкомплекса, оценка его современного состояния и перспективных возможностей по всем воспроизводственным стадиям (анализ объемов и структуры производства, его технико-технологического уровня, мощностей предприятия и их использования, рациональности размещения, специализации и концентрации, уровней интеграции и кооперации, потребления и самообеспеченности, межрегионального обмена, эффективности производства сбытовой политики и ценовых отношений, воспроизводственных пропорций, инфраструктуры, конечных результатов функционирования) на основе сравнительного анализа, балансовых расчетов, статистических группировок, корреляционно-регрессионного анализа, индексного метода, обоснования и расчетов ранее не применяющихся коэффициентов и индексов.

2. Обоснование потребностей и расчеты объемов производства конечной продукции в ассортиментном разрезе с ориентацией: а) на насыщение

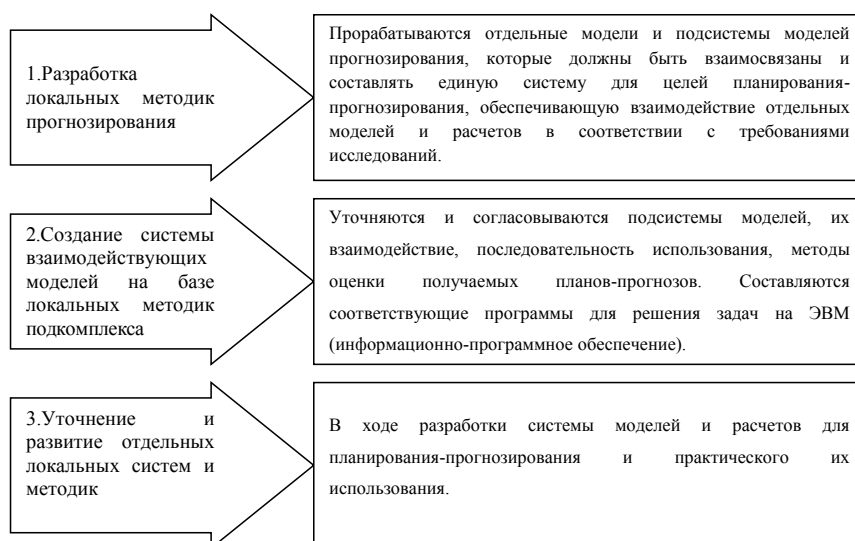


Рис. 2. Этапы разработки системы моделей индикативного планирования в молочнопродуктовом подкомплексе

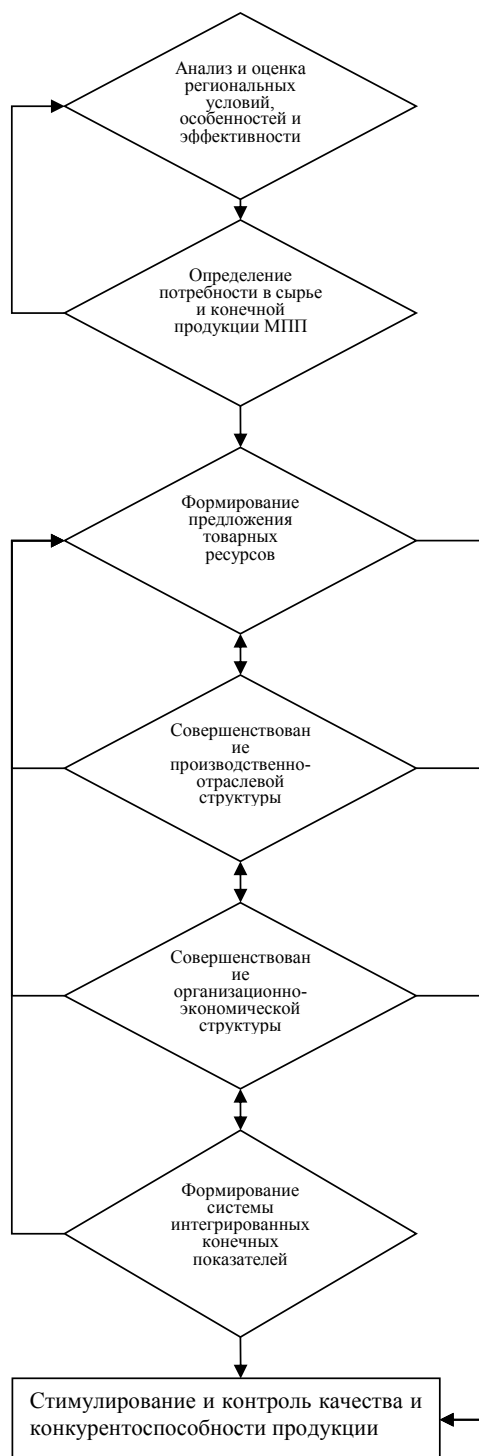


Рис. 3. Блок-схема эконометрической системы индикативного планирования молочнопродуктового подкомплекса

спроса и обеспечение потребления в соответствии с рациональными и научно-обоснованными нормами (с учетом городского и сельского населения); б) на полное обеспечение сырьем перерабатывающих предприятий в соответствии с имеющимися мощностями, их специализацией с учетом двухсменной работы их оборудования; в) на определение объемов и реализацию возможностей межреги-

онального обмена но вывозу конечной продукции в самонедостаточные регионы страны; г) на достижение равновесия между спросом и предложением на основе реализации взаимовыгодных регуляторов производства и потребления (в частности, ценового механизма стимулирования товарного предложения и потребительского спроса, прогнозирования спроса и предложения).

3. Оптимизация системы ведения и параметров перспективного развития молочного скотоводства (как комплексобразующей отрасли подкомплекса) в сочетании с производственно-экономической структурой сельхозпредприятий различных типов в целях обеспечения преимущественно интенсивного ведения отрасли и развития молочно-сырьевых зон.

Данная система моделей и расчетов должна позволять осуществлять постоянное сопоставление затрат с реальными результатами производства, определение на этой основе оптимальных вариантов сочетания факторов производства, улучшение структуры ресурсов и степени их использования, углубленную внутрихозяйственную и отраслевую специализацию, оптимизацию производственно-экономических связей и параметров молочного производства, различные варианты его развития, их оценку и выбор.

4. Оптимизация производственно-отраслевой структуры продуктового подкомплекса (на базе специализированной оптимизационной ЭММ): определение сочетания сырьевых и перерабатывающих условий (с учетом прогнозируемых объемов производства сырья в третьем блоке), соотношение отраслей и видов деятельности, обеспечивающее сбалансированное функционирование основных элементов подкомплекса и экономическую эффективность его работы, соблюдение межотраслевых и внутриотраслевых пропорций. Данная модель предполагает 4 основных блока: отраслей сельского хозяйства, заготовок, промышленной переработки, оборотных денежных средств.

Выводы

Таким образом, эконометрическая система моделей и расчетов индикативного планирования молочнопродуктового подкомплекса может быть представлена как совокупность методик и моделей, позволяющих дать согласованный прогноз его развития, основанный на изучении производственных и социально-экономических тенденций и закономерностей, на заданных целевых установках, на имеющихся ресурсах, потребностях общества и их динамике.

Реализация данных целей в системе индикативного планирования достижима на основе программно-целевого метода, позволяющего: усилить социально-экономическую и макроэкономическую направленность развития подкомплекса; выделить в нем совокупность подпрограмм в виде «дере-

ва целей»; сочетать отраслевые и межотраслевые интересы и обеспечить взаимоувязанное развитие элементов системы. Основными требованиями и элементами данного подхода являются: четкая целевая направленность на конечные результаты; комплексный охват решениями всех стадий воспроизводства, включая завершающую стадию конечного

потребления; вариантный анализ возможного решения проблем и необходимых для этого ресурсов; централизация функций методического и экономического регулирования в едином органе программного управления.

Список литературы

1. Серков, А.Ф. Индикативное планирование в сельском хозяйстве / Серков А.Ф. – М.: Информагробизнес, 1996. – 162 с.
2. Зимняков В.М. Система индикативного планирования молочнопродуктового подкомплекса / В.М. Зимняков // Нива Поволжья. – 2014. – № 3, С. 124-128.
3. Гаврюшина, И.В. Технология CSB-IMAGE-MEATER – современная система классификации свиных туш / И.В. Гаврюшина // Интенсивные технологии производства продукции животноводства: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: ПГСХА, 2015. – С. 109-111.
4. Зимняков, В.М. Экономико-технологические проблемы производства и переработки молока: учебно-методическое пособие / В.М. Зимняков, Г.К. Абрамова, И.В. Острикова, А.А. Курочкин. – Москва, 2003. – 89 с.
5. Зимняков, В.М. Стратегия развития продуктовых подкомплексов. / В.М. Зимняков, В.А. Гудашев, А.Ю. Сергеев. // Нива Поволжья. – 2012. – № 3, С. 81-85.
6. Зимняков, В.М. Модернизация агропромышленного производства: проблемы и механизмы. / В.М. Зимняков, А.Ю. Сергеев // Нива Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 101-104.
7. Зимняков, В.М. Продовольственная безопасность и развитие мясного подкомплекса региона. / В.М. Зимняков, И.А. Сергеева, А.Ю. Сергеев. // Нива Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 105-109.
8. Зимняков, В.М. Молочнопродуктовый подкомплекс региона (Теория, методология, практика) / В.М. Зимняков: Диссертация... д-ра экон. наук. – М., 2009. – 350 с.
9. Курочкин, А.А. Дипломное проектирование по механизации переработки продукции животноводства. / А.А. Курочкин, В.М. Зимняков, В.В. Ляшенко, В.С. Парфенов, И.А. Спицын: Учебное пособие. – Пенза: Пензенская ГСХА, 1998. – 250 с.
10. Курочкин, А.А. Дипломное проектирование по механизации переработки сельскохозяйственной продукции. / А.А. Курочкин, И.А. Спицын, В.М. Зимняков, Г.В. Шабурова, А.Ю. Сергеев. Под ред. А.А. Курочкина. – М.: КолосС, 2006. – 424 с.
11. Гаврюшина, И.В. Влияние функциональных пищевых ингредиентов на технологические свойства молочных продуктов / И.В. Гаврюшина // Инновационные технологии в АПК: Теория и практика сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: ПГСХА, 2014. – С. 37-40.
12. Абрамова, Г.К., Зимняков В.М. Оптимизация производства продукции молокоперерабатывающего предприятия / Животноводни науки. – Болгария, София, № 1-2, 2003 г.
13. Абрамова, Г.К., Зимняков В.М. Планирование отрасли молочного скотоводства на основе информационных технологий / Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций, № 8, 2003 г.
14. Абрамова, Г.К., Зимняков В.М., Зимняков А.В. Модел за оптимално функциониране на отрасъл млечно говедовъдство / Икономика и управление на селското стопанство. – Болгария, София, № 1, 2003 г.
15. Зимняков, В.М. Формирование потребительских свойств традиционных кисломолочных напитков. / В.М. Зимняков, И.В. Гаврюшина // Нива Поволжья. – 2015. – № 2.- С. 26-31.
16. Зимняков, В.М. Влияние пребиотиков на технологические свойства молочных и мясных продуктов. / В.М. Зимняков, И.В. Гаврюшина // XXI век, итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6. – С. 119-124.

CONCEPT DEVELOPMENT INDICATIVE PLANNING DAIRY PRODUCT SUBCOMPLEX

V. M. Zimnyakov, I. V. Gavryushina

The basic levers of state regulation used in the indicative planning in agriculture. The basic essential features that must be considered in the planning and management practices dairy product subcomplex. The necessity of modeling activities and functioning of the sub target of its management, allowing to define promising results at various ratios of factors and analytical indicators with a focus on profit and other targets. To implement the planning system dairy product sub needed a system of economic and mathematical models and econometric calculations of the type based on the use of statistical information of the retrospective nature, the assessment of individual variables and their settings, as well as the formalization of relations, describing the basic relationship of elements forming the economic system.

Keywords: dairy product subcomplex, indicative planning, economic and mathematical models, government regulation, planning and management.

References

1. Serkov, F. A. Indicative planning in agriculture / Serkov A. F. – M.: Informanalysis, 1996. – 162 p.
2. Zimnyakov V. M. the System of indicative planning dairy product subcomplex / V. M. Zimnyakov // Niva Povolzhya. – 2014. No. 3, P. 124-128.
3. Gavryushina, I. V. Technology of the CSB-IMAGE-MEATER – the modern system of classification of pig carcasses I. V. Gavryushina // Intensive technology of production of livestock products: a collection of articles of International scientific-practical conference. – Penza: pgsa, 2015. – P. 109-111.
4. Zimnyakov, V. M. Economic and technological problems of milk production and processing: textbook / V. M. Zimnyakov, G. K. Abramov, V. I. Ostrikov, A. A. Kurochkin. – Moscow, 2003. – 89 S.
5. Zimnyakov, V. M. the strategy for the development of product sub. / V. M. Zimnyakov, Kudashev V. A., Sergeev A. Yu. // Niva Povolzhya. – 2012. No. 3, P. 81-85.
6. Zimnyakov, V. M. Modernization of agricultural production: problems and mechanisms. / Zimnyakov V. M., Sergeev A. Yu. // Niva Povolzhya. – 2012. – No. 4. – S. 101-104.
7. Zimnyakov, V. M. food security and the development of a meat subcomplex of the region./ Zimnyakov V. M., Sergeeva A. I., Sergeev A. Yu.// Niva Povolzhya. – 2012. – No. 4. – S. 105-109.
8. Zimnyakov, V. M. dairy product subcomplex in the region (Theory, methodology, practice)/ V. M. Zimnyakov: the Dissertation... d-RA Ekon. Sciences. – M., 2009. – 350.
9. Kurochkin, A. A. Diploma engineering for mechanization of processing of livestock products. / A. A. Kurochkin, V. M. Zimnyakov, V. V. Lyashenko, S. V. Parfenov, I. A. Spitsyn: a Training manual. – Penza: Penza state agricultural Academy, 1998. – 250 p.
10. Kurochkin, A. A. Diploma engineering for mechanization of processing of agricultural products. / A. A. Kurochkin, A. I. Spitsyn, V. M. Zimnyakov, G. V. Shaburova, A. Yu. Ed. by A. A. Kurochkin. – M.: Colossus, 2006. – 424 p.
11. Gavryushina, I. V. Influence of functional food ingredients on the technological properties of dairy products / Lavrushina I. V. // Innovative technologies in agribusiness: Theory and practice collection of papers of II Russian scientific-practical conference. – Penza: pgsa, 2014. – P. 37-40.
12. Abramov, K. G., Simakov V. M. Optimization of production of the dairy enterprise / Zivotnosti science. – Bulgaria, Sofia, № 1-2, 2003.
13. Abramov, K. G., V. M. Zimnyakov Planning branch of dairy cattle breeding on the basis of information technologies / Bulletin of personnel policy, agricultural education and innovation, No. 8, 2003
14. Abramov, K. G., Simakov V. M., A. V. Simakov Model for optimalno funkcioniranje on uracyl milky goodbyeto / Ekonomika and management at selskata of stopanstvo. – Bulgaria, Sofia, № 1, 2003.
15. Zimnyakov, V. M. Formation of consumer properties of traditional fermented beverages./ Zimnyakov V. M., I. V. Gavryushina // Niva Povolzhya. – 2015. -- No. 2.- S. 26-31.
16. Zimnyakov, V. M. Influence of prebiotics on the technological properties of dairy and meat products. / Zimnyakov V. M., I. V. Gavryushina // XXI century, the results of the past and challenges of the present plus. – 2014. – No. 6. – Pp. 119-124.

ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

УДК 664.769

К ВОПРОСУ РАСШИРЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ПИЩЕВЫХ ЭКСТРУДЕРОВ

А. О. Денисов, Н. В. Живаева

В работе обосновано предложение дополнить существующую классификацию пищевых экструдеров новым признаком, отражающим актуальное направление в их совершенствовании.

Ключевые слова: классификация, экструдер, вакуумная камера, барометрическое давление, вакуумная сушка.

Введение

Классификация экструдеров может быть осуществлена на основе общих признаков, присущих этой группе машин, независимо от обрабатываемого сырья и вырабатываемых продуктов, а также применительно к пищевым технологиям, имеющим свою специфику применения экструзии [2, 14, 16].

На основе общих принципов экструдеры удобно классифицировать в зависимости от вида рабочего органа. По этому признаку их подразделяют на поршневые, червячные, бесчервячные (дисковые, валковые, шестеренные) и комбинированные (рис. 1) [13].

Поршневые и бесчервячные экструдеры получили ограниченное применение в силу низкой производительности первых из перечисленных и недостаточного рабочего давления, развиваемого вторыми.

Поршневые и валковые экструдеры отличаются от большинства других щадящим воздействием на перерабатываемый продукт и поэтому они нашли применение при формировании продуктов с нежной консистенцией.

Принцип действия дискового экструдера основан на работе двух плоскопараллельных дисков, один из которых вращается, создавая сдвиговые и нормальные напряжения, а другой неподвижен. В центре неподвижного диска выполнено отверстие, через которое выдавливается обработанный материал.

Валковые экструдеры представляют собой машины без матриц, а в шестеренных экструдерах формирование однородных и гомогенных материалов осуществляется с помощью матриц [13, 17].

Благодаря универсальности с точки зрения обрабатываемого сырья и разнообразия получаемых готовых продуктов наибольшее распространение в пищевой промышленности получили червячные (шнековые) экструдеры.

В таких машинах исходное сырье захватыва-

ется шнеком в области загрузочного устройства и в процессе перемещения к выводному устройству сжимается, разогревается, пластифицируется и гомогенизируется. При этом давление в рабочей камере экструдера перед фильерой матрицы достигает 15...100 МПа.

В зависимости от частоты вращения рабочего органа экструдеры подразделяют на нормальные и быстроходные с окружной скоростью шнека соответственно до 0,5 и 7 м/мин, а по конструктивному исполнению – на стационарные и с вращающимся корпусом. При этом расположение шнеков может быть как горизонтальным, так и вертикальным.

Для обработки отдельных видов сырья применяют экструдеры с рабочими органами, осуществляющими не только вращательное, но и возвратно-поступательное движение. В некоторых машинах для эффективной гомогенизации продукта на шнеках устанавливают дополнительные устройства – зубья, шлицы, диски, кулачки и др. В последнее время получили распространение планетарно-вальцовые экструдеры, у которых вокруг центрального рабочего органа (шпинделя) вращается несколько дополнительных шнеков (от 4 до 12) [13].

В пищевой промышленности наибольшее распространение получили экструдеры, оснащенные шнеками полного зацепления и в которых рабочий орган вращается в одном направлении. В такой конструкции вершины одного шнека заходят во впадины другого.

К основным технологическим параметрам экструзионной машины шнекового типа принято относить характеристики рабочего органа, которым она оснащена (число шнеков, их длина и диаметр; отношения длины шнека к его диаметру; частота вращения шнека; профиль шнека) [1–5].

Сравнение конструктивных и технологических достоинств одношнековых и двухшнековых экструдеров показывает значительное преимущество последних.

В двухшнековых самоочищающихся экструде-

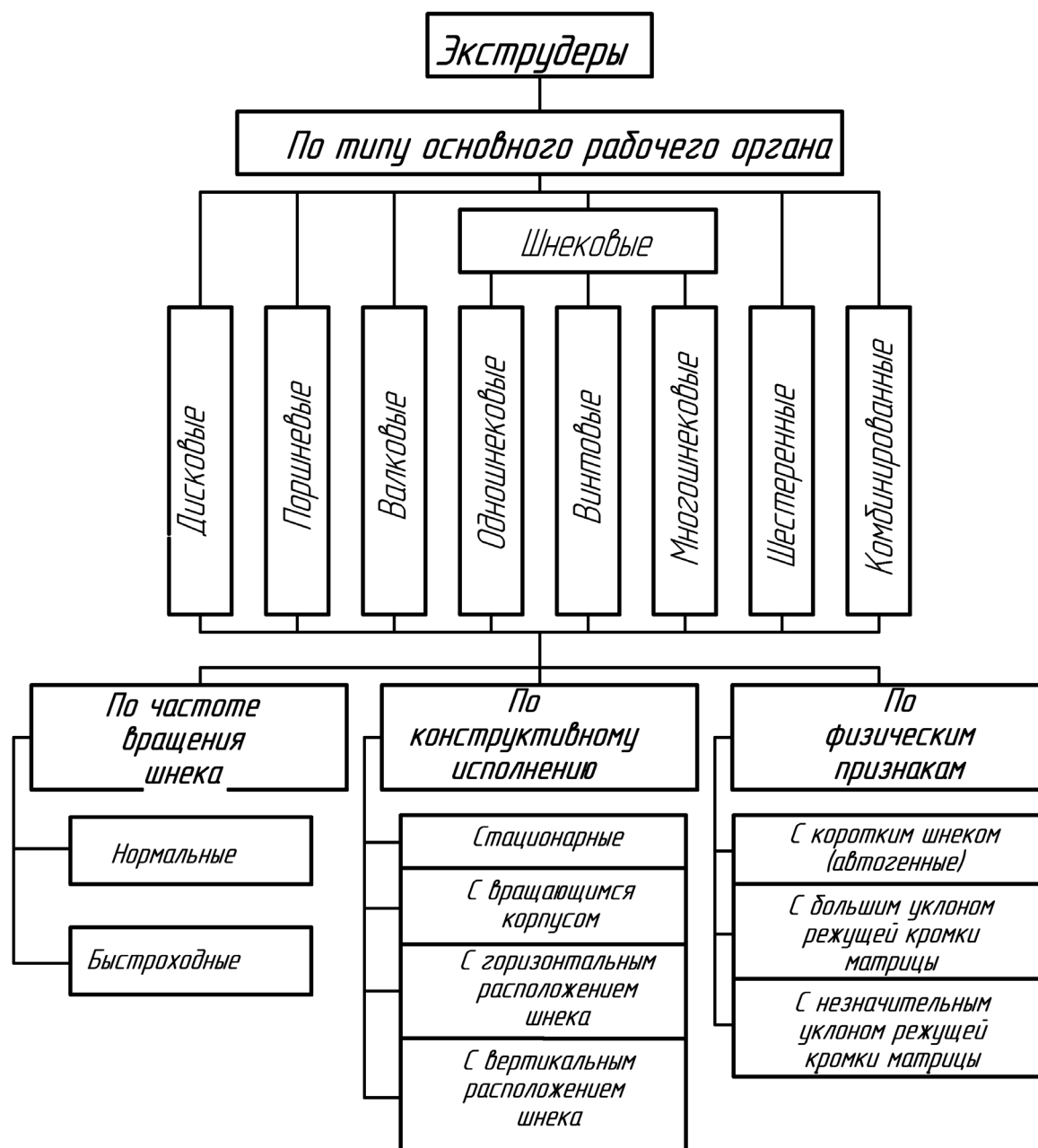


Рис. 1. Классификация экструдеров

рах обеспечиваются более быстрый пуск шнека и работа на повышенной скорости. В этих машинах реже возникают подъемы давления, так как не происходит накопление продукта.

В одношнековых экструдерах, вследствие того, что обрабатываемое сырье может оставаться в витках и накапливаться, создавая разрывы потока, подъемы давления наблюдаются чаще. В итоге готовый продукт в некоторых случаях из фильеры матрицы машины выпускается неравномерно.

Двухшнековый экструдер при равных условиях более подвержен износу, чем одношнековый. Изнашиваются шнеки в местах загрузки и выгрузки продукта. В этой связи свойства конечного продукта и эффективность процесса экструдирования в большой степени зависят от износа рабочих ор-

ганов машины при обработке в двухшнековом экструдере [13].

При использовании двухшнекового экструдера не требуется предварительной гидротермической обработки продукта, что упрощает производственный процесс. В машинах этого типа зоны пластификации и повышения давления разделены, что позволяет осуществлять процессы пластификации и экструдирования продукта независимо друг от друга.

Конструкции экструдеров могут также классифицироваться по функциональным или термодинамическим характеристикам. Так, термодинамическая характеристика экструдеров является основанием для деления их на автогенные, политропные и изотермические.

В автогенных экструдерах тепло, необходимое для термической обработки сырья, генерируется непосредственно в камере экструдера только за счет диссипации механической энергии. Специальные конструкции узлов рабочих органов экструдера (шнеки, камера, фильеры) создают сопротивление движению перемещаемого материала, что способствует повышению его температуры до 120...200 °С. Такой принцип разогрева используется, как правило, в одношнековых экструдерах.

В политропных экструдерах процесс термической обработки материала осуществляется как за счет внутреннего разогрева обрабатываемой массы, так и с помощью внешних источников тепла. Большинство экструдеров для варочной экструзии относится именно к такому типу и внутренний разогрев у них осуществляется за счет конструкции шнеков.

Для внешнего нагрева экструдера применяются электрический, жидкостной или паровой способ.

Типаж изотермических экструдеров ограничивается спецификой их применения: они предназначены для формования макаронных изделий и хлебного теста. В таких машинах тепло контролируется за счет охлаждения внешним теплообменником [13].

В качестве дополнительных при классификации экструдеров могут применяться те их признаки, которые оказывают влияние на структурно-технологические характеристики экструдированных продуктов. К таким признакам могут быть отнесены уклон режущей кромки матрицы, количество тепловой энергии, образующейся в процессе экструдирования за счет механического преобразования энергии, температура во время ведения процесса, влажность экструдированной массы и др. [13, 14–17].

Цель работы – обоснование нового признака в классификации пищевых экструдеров, отражающего актуальное направление в их совершенствовании.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлась научно-техническая и патентная информация относительно устройства, принципа действия и конструктивных особенностей экструдеров, применяемых для переработки пищевого сырья.

В работе применялись принципы структурно-функционального (структурного) метода.

Анализ научно-технической и патентной информации показал, что за последние 10–15 лет в России и за рубежом появились экструзионные технологии, в основе которых заложен принципиально новый способ воздействия на выходящий из фильеры матрицы машины экструдат [3, 6–12].

Например, патентом США «Способ изготовления кормовых гранул и оборудование для использования при осуществлении способа» предусмотрена подача экструдата в вакуумированную камеру непосредственно при выходе его из фильеры матрицы

машины. В результате реализации данного способа авторы наблюдали значительное увеличение диаметра экструдата и уменьшение его объемной плотности. При этом температура готового продукта при снижении давления воздуха в вакуумной камере вследствие интенсивного испарения воды также резко уменьшалась [21].

В России известен способ производства экструдатов, включающий очистку зерна, экструдирование и измельчение экструдата. В качестве обрабатываемых материалов при таком способе используют зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса, риса, гречихи, проса, кукурузы, сои с массовой долей влаги 12...18% отдельно или в смеси без предварительного шелушения поверхности. Данный способ предусматривает обработку целых зерен в экструдере в течение 15...25 с при температуре 110...140 °С с последующим воздействием на выходящее из фильеры матрицы экструдера сырье пониженным давлением, равным 0,03...0,07 МПа. При этом содержание влаги в экструдированном продукте регулируют величиной вакуума на выходе из экструдера на уровне не более 8%. Экструдат при выходе из фильеры матрицы разрезают на частицы размером 1,0...4,0 мм [19].

Для реализации данного способа экструдер оснащается вакуумной камерой, расположенной на выходе из фильеры матрицы [20].

Термовакuumное воздействие на экструдат в камере модернизированного экструдера позволяет регулировать структурные и функциональные свойства готового продукта, а также его влажность [6–12].

В машине, с помощью которой реализуется термовакuumное воздействие на обрабатываемое сырье, поставлена задача интенсификации экструзионного процесса путем частичной замены в нем термической составляющей на механическую.

В таком экструдере резкое снижение давления при выходе экструдата из фильеры (зона повышенного давления) в вакуумную камеру (зона пониженного давления), приводит к возникновению дополнительной движущей силы – нерелаксируемого градиенту общего давления, в результате чего происходит бурное парообразование по всему объему экструдата, и формирующийся молярный поток выносит из продукта вместе с паром и часть влаги в жидкой фазе. Таким образом, механизм обезвоживания оказывается аналогичным механическому удалению влаги посредством прессования или центрифугирования.

При этом регулируя величину барометрического давления, а значит и процесс парообразования, можно добиться как изменения влажности капиллярно-пористого экструдата, так и частичной или полной его реструктуризации. Зная границы структурных изменений экструдата, параметры вакуумного воздействия на него рекомендуется выбирать именно из таких соображений [14].

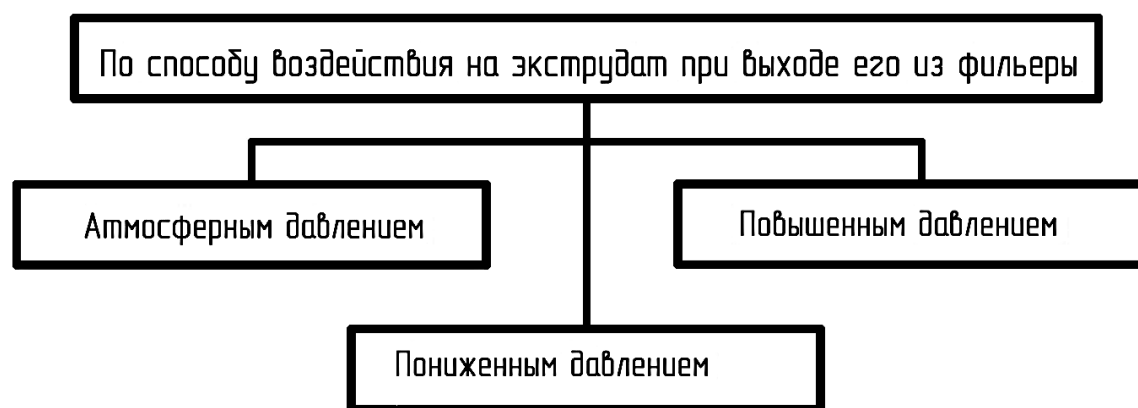


Рис. 2. Классификация экструдеров по характеру воздействия на экструдат при выходе его из фильеры матрицы машины

Результаты и их обсуждение

Приведенная выше информация является основанием для включения в качестве классификационного признака экструдеров способа воздействия на экструдат при выходе его из фильеры матрицы машины (рис. 2).

Данный признак характеризует поведение экструдата в различных условиях:

- избыточное (повышенное) давление среды, в которую попадает экструдат, обеспечивает определенное «укрощение» взрывного процесса на выходе массы из фильеры, что позволяет поддерживать требуемую форму продукта с учётом особенностей его критериев (влажности, пористости и т.д.) [18];
- пониженное давление (вакуум) усиливает эффект «взрыва» продукта (или «декомпрессионного шока») в результате повышения перепада температуры и давления между зонами гомогенизации и формования, что приводит к образованию более

пористой структуры и увеличению объема экструдата (вспучиванию) с учётом глубоких преобразований его структуры: (разрыв клеточных стенок, деструкция, гидролиз) [6–12, 14, 19–21];

– атмосферное давление также обеспечивает эффект «взрыва», но в меньшей степени, чем вакуум, и при этом позволяет избежать дополнительных затрат на вакуумную камеру и поддержание в ней необходимого давления.

Выводы

На основе научно-технической и патентной информации, а также всестороннего анализа классификации машин для экструзионной обработки пищевого сырья, можно рекомендовать новый классификационный признак, отражающий актуальное направление в совершенствовании пищевой термопластической экструзии.

Список литературы

1. Денисов, С. В. Определение пропускной способности зоны загрузки пресс-экструдера. / С. В. Денисов, В. В. Новиков, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009, – № 12. – С. 73–76.
2. Курочкин, А. А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств. / А. А. Курочкин, В. М. Зимняков. Под ред. А. А. Курочкина. – М.: КолосС, 2006. – 320 с.
3. Курочкин, А. А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 86–91.
4. Курочкин, А. А. Обоснование рациональных параметров шнека пресс-экструдера в зоне загрузки / А. А. Курочкин, В. В. Новиков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10). – С. 123–127.
5. Курочкин, А. А. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков, С. В. Денисов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10). – С. 46–55.
6. Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94–99.

7. Курочкин, А. А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Нива Поволжья. – 2014. – № 1. – С. 30–35.
8. Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 70–74.
9. Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 06 (22). – С. 109–104.
10. Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. – С. 17–21.
11. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 14–20.
12. Курочкин, А. А. Технология производства кормов на основе термовакуумной обработки отходов с/х производства / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. – С. 36–40.
13. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов / С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков и др.; Под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.
14. Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, В. М. Зимняков, А. Л. Мишанин, В. В. Новиков, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов. – Пенза, 2015. – 181 с.
15. Новиков, В. В. Определение объемного расхода экструдата в зоне прессования одношнекового пресс-экструдера. / В. В. Новиков, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Н. А. Харыбина, Д. Н. Азиаткин. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1 (75). С. 91–94.
16. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, А. С. Гордеев, А. И. Завражнов. – М.: КолосС, 2007. – 591 с.
17. Оборудование перерабатывающих производств / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. М. Зимняков, П. К. Воронина. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 363 с.
18. Пат. № 2132628 Российская Федерация, МПК6 A23P1/12, A23L1/18. Способ приготовления пищевого экструдированного продукта / П. Г. Рудась, А. Ф. Доронин, В. И. Степанов; заявитель и патентообладатель Московская государственная академия пищевых производств. – № 97113457/13; заявл. 28.07.1997; опубл. 10.07.1999.
19. Пат. 2460315 Российская Федерация МПК7 A23L1/00. Способ производства экструдатов /заявители: Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Авроров, П. А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА. – № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25. – 6 с.
20. Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 B29C47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, Р. В. Шабнов, А. А. Курочкин, В. А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015.
21. Patent US 7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – № 09/937172; Pub. 21.02.2006.

BY THE ISSUE OF EXPANSION OF CLASSIFICATION FEATURES FOOD EXTRUDERS

A. O. Denisov, N. V. Zhivaeva

We justify the proposal to supplement the existing classification of food extruders new signs reflecting the current trend in improving them.

Keywords: classification, an extruder, a vacuum chamber, barometric pressure, vacuum drying.

References

1. Denisov, S. V. Determination of the capacity of an area download press-extruder. / S. V. Denisov, V. V. Novikov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova. Bulletin of Altai state agrarian University. – 2009, – № 12. – С. 73–76.
2. Kurochkin, A. A. the Basics of calculating and designing machines and devices of food processing industry. /A. A. Kurochkin, V. M. Zimnyakov. Ed. by A. A. Kurochkin. – М.: Colossus, 2006. – 320 p.

3. Kurochkin, A. A. Regulation of functional and technological properties of extrudates of plant raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2012. – No. 4. – S. 86-91.
4. Kurochkin, A. A. Substantiation of rational parameters of the screw press-extruder at the feed area / A. A. Kurochkin, V. V. Novikov// XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2013. – № 06 (10) . – P. 123-127.
5. Kurochkin, A. A. Methodological aspects of theoretical research extruder machines for processing starchy plant raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, V. V. Novikov, S. V. Denisov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2013. – № 06 (10) . – P. 46-55.
6. Kurochkin, A. A. Regulation of the structure of extrudates grain starchy raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2013. – No. 4. – P. 94-99.
7. Kurochkin, A. A. Modeling of the process of obtaining extrudates on the basis of new technological solutions / A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina// Niva Povolzhya. – 2014. – No. 1. – P. 30-35.
8. Kurochkin, A. A. the extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – S. 70-74.
9. Kurochkin, A. A. production of extrudates starchy grain with a given porosity / / A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, D. I. Frolov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2014. – № 06 (22) . – P. 109-104.
10. Kurochkin, A. A. Systematic approach to the development of the extruder for thermal vacuum processing of the extrudate / A. A. Kurochkin // Innovative technology. – 2014. – No. 4. – P. 17-21.
11. Kurochkin, A. A. the Theoretical justification of the thermal effect in the working process of the upgraded extruder / A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina// Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2015. – No. 3. – P. 14-20.
12. Kurochkin, A. A. the Technology of feed production on the basis of thermal waste treatment/agricultural production / A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Innovative technology. – 2014. – No. 4. – S. 36-40.
13. Machines and equipment for food production. In 2 kN. KN. 1: Proc. for universities / S. T. Antipov, I. T. Kretov, A. N. Ostrikov and others; ed. by Acad. RAAS V. A. Panfilov. – M.: Higher. Sch., 2001. – 703 p.
14. Scientific support for current trends in the development of the edible thermoplastic extrusion / A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, V. M. Zimnyakov, mishanin A. L., V. V. Novikov, G. V. shaburova, D. I. Frolov. – Penza, 2015. – 181 p.
15. Novikov, V. V. the determination of the volumetric flow of the extrudate in the nip, single screw press extruder. / V. V. Novikov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, N. A. Kharybina, D. N. Aziatki. // Bulletin of Altai state agrarian University. – 2011, – № 1 (75). P.91-94.
16. Equipment and automation of processing manufactures /A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, A. S. Gordeev, A. I. Zavrazhnov. – M.: Colossus, 2007. – 591 p.
17. Equipment processing plants /A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, V. M. Zimnyakov, P. K. Voronina. – M.: INFRA-M, 2015. – 363 p.
18. Pat. No. 2132628 Russian Federation, IPC6 AR/12, A23L1/18. The method for preparing extruded food product / Rudas P. G., Doronin A. F., Stepanov V. I.; applicant and patent owner Moscow state Academy of food production. No 97113457/13; Appl. 28.07.1997; publ. 10.07.1999.
19. Pat. 2460315 the Russian Federation, IPC 7 A23L1/00. Method for the production of extrudates /applicants: G. V. shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, G. V. Avrorov P. A. Urusov; patentee GOU VPO Penza GTA. No 2011107960; Appl. 01.03.2011; publ. 10.09.2011, bull. No. 25. – 6 S.
20. Pat. 2561934 the Russian Federation, IPC 7 VS/12. Extruder with vacuum chamber /applicants: G. V. shaburova, P. K. Voronina, R. W. Shanov, A. A. Kurochkin, A. Avrorov, V.; applicant and patentee Federal state educational institution IN Penza state technological University. No 2014125348; Appl. 23.06.2014; publ. 10.09.2015.
21. US Patent 7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – No. 09/937172; Pub. 21.02.2006.

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ХЛЕБА ИЗ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

И. А. Булаев

Исследован технологический процесс приготовления хлеба из пшеничной муки высшего сорта и изучено влияние комплексного улучшителя и ингредиентов экструдата ячменя на качество изделий.

Ключевые слова: пшеничная мука, качество, тесто, хлеб, комплексный улучшитель, экструдат проса.

Введение

Повышение качества продуктов питания в настоящее время является одной из первостепенных задач. Пути ее решения многообразны и связаны в первую очередь с ресурсосбережением, совершенствованием ассортимента продукции, улучшением рецептур и технологии, использованием нетрадиционного сырья, приданием пище профилактической направленности и ряда защитных свойств, возрождением и укреплением традиций в питании населения [1]. Особенно важным это является при производстве продуктов массового потребления, к которым относится, в первую очередь, хлеб.

Приоритетными задачами хлебопечения являются стабилизация свойств основного сырья, совершенствование ассортимента изделий улучшенного качества, улучшение вкуса и аромата хлеба при использовании ускоренных технологий, а также разработка способов продления срока сохранения свежести готовой продукции. Реализация указанных задач основывается на целенаправленном применении пищевых добавок и улучшителей. При этом эффективными способами интенсификации технологического процесса и реализации различных технологий может быть применение комплексных хлебопекарных улучшителей, способствующих гибкому регулированию технологического процесса и выработке широкого ассортимента хлебобулочных изделий.

Комплексные хлебопекарные улучшители – это композиционными добавки полифункционального действия, в состав которых входят в определенном соотношении несколько ингредиентов различного принципа действия: ферментные препараты, окислители (аскорбиновая кислота, пиросульфид кальция и другие), восстановители (цистеин), гидроколлоиды (модифицированный крахмал), органические кислоты (лимонная, яблочная), минеральные соли и другие ингредиенты. Комплексные улучшители производят в виде порошков или паст. Дозируют их в количестве от 0,1 до 3% к массе муки [2].

Комплексные улучшители способны влиять на основные компоненты сырья, модифицировать

свойства полуфабрикатов, повышать пищевую ценность готовых изделий.

В последнее время стало актуальным применение в пищевой промышленности дополнительных компонентов различного происхождения при производстве хлебобулочных изделий. Например, предлагается введение в рецептуры хлеба и хлебобулочных изделий компонентов различных зерновых культур, в том числе и экструдированных, обуславливающих функциональные, лечебно-профилактические, а также улучшенные органолептические свойства [3, 4, 5, 6].

Целью работы является исследование влияния комплексного хлебопекарного улучшителя ИБМ и муки зерновых экструдатов на качество хлеба из пшеничной муки высшего сорта.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали:

- пшеничную муку высшего сорта (ГОСТ Р 52189–2003);
- комплексный улучшитель ИБМ (производитель ООО «Бакалдрин Рус», Россия), содержащий в составе пшеничный солод, соевую муку, аскорбиновую кислоту, сахар;
- муку экструдата проса, полученного по специальной технологии [7];
- дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731–2011).

Тесто готовили из муки пшеничной высшего сорта (содержание сырой клейковины 36%, растяжимость 18 см) однофазным способом.

Комплексный улучшитель ИБМ. Универсальная смесь для улучшения качества хлеба, хлебобулочных, сдобных и слоеных изделий из пшеничной и пшенично-ржаной муки. Ускоряет процесс брожения, повышает стабильность теста при расстойке, увеличивает объем готовых изделий до 30%.

Компоненты: мука из пшеничного солода, сахар, соевая мука, аскорбиновая кислота и пр.

Солод, входящий в состав комплексного улучшителя, издавна входит в список продуктов, которые имеют особую важность для человеческой ци-

визации. Пшеничный солод, как и другие виды продукта получают в процессе проращивания зерен пшеницы. Следует учитывать при производстве хлеба, что пшеничный солод отличается высокой амилалитической активностью. Пшеничный солод способен оказать определяющее влияние на вкусовые, а также ароматические характеристики хлебобулочных изделий.

Соевую муку применяют для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий в связи с высоким содержанием в ее составе белков (36,5–48,9%).

Использование аскорбиновой кислоты в качестве пищевой добавки окислительного действия регламентируется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.3.2.1293–03 «Гигиенические требования по применению пищевых добавок»

Варианты рецептур приведены в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

В таблице 2 приведены результаты органолептической оценки вариантов эксперимента.

Состояние поверхности готовых изделий, наряду с формой, определяет эстетичный вид выпеченного хлеба. Анализ органолептических показателей свидетельствует о том, что опытные и контрольные образцы хлеба не имели заметных различий по форме. Поверхность изделий опытного образца 2 и образца 3 характеризовалась, как гладкая. В сравнении с контрольным образцом этот показатель улучшился. Цвет поверхности хлеба оказался более темным у опытного образца с экструдатом проса, что вероятно связано, с его химическим составом.

Изменений в характеристике пропеченности мякиша всех образцов не было отмечено. Мякиш был нежный, эластичный, после нажатия легко восстанавливал структуру.

Таблица 1 – Варианты приготовления хлеба с внесением добавок

Наименование сырья	Варианты выпечек		
	Образец 1 (контроль)	Образец 2	Образец 3
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта, г	100	100	100
Дрожжи хлебопекарные прессованные, г	4	4	4
Соль поваренная пищевая, г	1,5	1,5	1,5
Сахар-песок, г	5	5	5
Комплексный улучшитель, %	–	1	–
Экструдат проса, %	–	–	5
Вода, мл	По расчету		

Таблица 2 – Органолептическая оценка хлеба

Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Внешний вид подового хлеба			
Форма	Округлая, без притисков	Округлая, без притисков	Округлая, без притисков
Поверхность	Неровная, без крупных трещин и подрывов	Гладкая, без трещин и подрывов	Гладкая, без трещин и подрывов
Цвет	Светло-коричневая	Светло-коричневая	Коричневая
Состояние мякиша			
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичность хорошая	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичность хорошая	Пропеченный, не влажный на ощупь, эластичность хорошая
Промес	Без следов непромеса	Без следов непромеса	Без следов непромеса. Включения, соответствующие добавке
Пористость	Сравнительно крупная, неравномерная	Мелкая, тонкостенная, равномерная	Мелкая, тонкостенная, равномерная
Вкус	Специфический для пшеничного хлеба	Приятный, свойственный пшеничному хлебу, с легким сладковатым привкусом	Приятный привкус поджаренных семян проса
Запах	Специфический для пшеничного хлеба	Приятный, свойственный пшеничному хлебу, с легким ароматом солода	Приятный аромат поджаренных семян проса

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки с добавками

Наименование показателей	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Удельный объем, см ³ /100 г	270	325	330
Пористость, %	70	72	74
Формоустойчивость, Н:Д	0,44	0,5	0,54
Кислотность, град	2,6	2,8	3
Влажность, %	42	43	44

Наличие следов непромеса отмечено не было. В образце № 3 отмечены включения, соответствующие добавке (экструдат проса), и отличающиеся от основной массы по цвету, что соответствует нормам, устанавливаемым ГОСТ 31805–2012.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии вносимых добавок на состояние мякиша готовых изделий. В контрольном образце пористость характеризуется, как средняя и недостаточно равномерная. В опытном образце с внесением комплексного улучшителя и с внесением экструдата проса пористость становится мелкой и равномерной, что обусловлено укреплением клейковины в процессе расстойки под влиянием добавок.

Лучшими характеристиками отмечен вкус и запах опытных образцов хлеба.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют об улучшении органолептических показателей готовых изделий опытных образцов с добавками комплексного улучшителя и экструдата проса.

Физико-химические показатели хлеба приведены в таблице 3.

При внесении при замесе теста добавок (комплексного улучшителя и экструдата проса) взамен части пшеничной наблюдается увеличение удельного объема хлеба – на 20% при внесении комплексного улучшителя ИБМ, и на 22% при внесении экструдата проса. Заметно возросла пористость хлеба.

Формоустойчивость хлеба увеличивается при добавлении комплексного улучшителя на 13,5% по сравнению с контролем. Внесение экструдата проса способствует повышению формоустойчивости на 22,7%. Кислотность хлеба при внесении добавок возрастает. Внесение комплексного улучшителя ИБМ приводит к повышению кислотности на 7,7%,

внесение экструдата проса – на 15,4%. Показатели кислотности во всех образцах соответствуют требованиям ГОСТ 31805–2012.

Влажность хлеба в опытных образцах выше, что обусловлено, вероятно, большей водопоглотительной способностью смеси пшеничной муки с улучшителем ИБМ, а также смеси пшеничной муки с экструдатом проса.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают эффективность применения комплексного улучшителя ИБМ, а также экструдата проса в однофазной технологии хлеба из пшеничной муки высшего сорта. Органолептические показатели хлеба свидетельствуют о превосходстве хлеба опытных образцов в сравнении с контрольным образцом.

Выводы

На основании полученных результатов можно заключить, что при выработке хлеба из пшеничной муки внесение комплексного улучшителя ИБМ и экструдата проса способствует формированию улучшенных органолептических показателей качества готовых изделий, при этом улучшаются состояние поверхности, структура мякиша, вкус и аромат хлеба. Улучшение вкусовых качеств изделий из пшеничной муки с внесением добавок происходит за счет химического состава солода комплексного улучшителя, эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот экструдата проса, придание новых свойств изделиям из пшеничной муки. Внесение добавок способствует созданию ассортимента изделий из пшеничной муки функционального назначения.

Работа выполнена под научным руководством доцента Шабуровой Г.В.

Список литературы

1. Современные технологии хлебопечения: Учебно-практическое пособие / А.Т. Васюкова, В.Ф. Пучкова. – 3-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2011. – 224 с
2. Матвеева Н.В., Белявская И.Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. – М., 2001. – 116 с.
3. Курочкин, А.А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов/А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 70–74.
4. Шабурова, Г.В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении//

- Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 79–83.
5. Шабурова, Г. В. Экструдированный ячмень как компонент функциональных пищевых продуктов/Г.В. Шабурова, Е.В. Петросова, Т.В. Шленская, А.А. Курочкин//Пищевая промышленность.– 2012.– № 10.– С. 44–45.
 6. Шабурова, Г.В. Экструдированный овес как сырье для обогащения хлеба/Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Н.Н. Шматкова//В сборнике: Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы сборник статей 8 Международной научно-практической конференции. Под редакцией В. А. Авророва. Пенза, 2014.– С. 97–101.
 7. Способ производства экструдатов: пат. 2460315 Российская Федерация МПК А23 L1/00./Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия».– № 20011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 256.– 6 с.

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF BREAD MADE FROM WHEAT FLOUR

I. A. Bulaev

Studied process of making bread from wheat flour and studied the effect of complex improver ingredients and extruded barley quality products.

Keywords: wheat flour; the quality; batter; bread improvers, extrudates millet.

References

1. Modern technology of bread-making: Educational-practical guide / T. A. Vasyukov, V. F. Puchkov. – 3rd ed. – M.: Publishing and trading Corporation «Dashkov and C°», 2011. – 224
2. Matveeva N. V., Belyavskaya I. G. Food additives and bread improvers in the production of baked goods. – M., 2001. -116 p.
3. Kurochkin, A. A. the extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids/A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, I. D. Frolov, P. K. Voronina//Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – Pp. 70-74.
4. Shaburov, and G. V. prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and bread baking/G. V. shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov//Bulletin Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – Pp.79-83.
5. Shaburov, and G. V. Extruded barley as a component of functional foods/G. V. shaburova, E. V. petrosova, T. V. shlyonsky, A. A. Kurochkin//Food industry. – 2012. – No. 10. – Pp. 44-45.
6. Shaburov, and G. V. Extruded oats as raw material for the enrichment of bread/G. V. shaburova, P. K. Voronina, N. N. Shmatkova//In book: Food industry and agriculture: achievements, problems and prospects collection of papers of the 8th International scientific-practical conference. Under the editorship of V. A. Avrorov. Penza, 2014. – Pp. 97-101.
7. Method for the production of extrudates: Pat. 2460315 Russian Federation 23 IPC And L1/00. / G. V. shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, G. V. Avrorov P. A. Urusov; applicant and patentee of the GOU VPO «Penza state technological Academy». No 20011107960; Appl. 01.03.2011; publ. 10.09.2011, bull. No. 256. – 6 p.

ИНФОРМАЦИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Воронина, П. К. Практические перспективы термопластической экструзии крахмалсодержащего зернового сырья в формировании качества продовольственных товаров / П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 5–12.

Бочкарева, З. А. Качественная характеристика мясорастительных фаршированных изделий / З. А. Бочкарева // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 13–16.

Иванова, Е. П. Разработка линии производства хмеле-тыквенной закваски / Е. П. Иванова // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 17–22.

Шабурова, Г. В. Использование продуктов переработки ячменя в хлебопечении / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 23–27.

Фролов, Д. И. Изучение кинетики конвективной сушки репчатого лука / Д. И. Фролов, К. П. Фудин // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 28–32.

Шматкова, Н. Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения / Н. Н. Шматкова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 33–39.

Пчелинцева, О. Н. Математическое моделирование процесса сушки яблок / О. Н. Пчелинцева // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 40–43.

Воронина Полина Константиновна

старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: worolina89@mail.ru

Voronina Polina Konstantinovna

senior lecturer of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: worolina89@mail.ru

Бочкарева Земфира Альбертовна

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-56-99
E-mail: bochkariyevaz@mail.ru

Bochkareva Zemfira Albertovna

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-56-99
E-mail: bochkariyevaz@mail.ru

Иванова Екатерина Петровна

аспирант кафедры «Технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства»
ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ»,
Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101
Тел/факс: 8 980 673 51 63
E-mail: Lkp68@mail.ru

Ivanova Ekaterina Petrovna

aspirant of the Department «Technology of production, storage and processing of crop production»
FSBEI HVE «Michurinsk State Agrarian University»,
Tambov region, Michurinsk, street International, d. 101
Phone/Fax: 8 980 673 51 63
E-mail: Lkp68@mail.ru

Шабурова Галина Васильевна

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-56-99
E-mail: shaburovs@mail.ru

Shaburova Galina Vasilevna

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-56-99
E-mail: shaburovs@mail.ru

Фролов Дмитрий Иванович

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: surr@bk.ru

Frolov Dmitriy Ivanovich

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: surr@bk.ru

Пчелинцева Ольга Николаевна

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: PchelincevaON@yandex.ru

Pchelintseva Olga Nikolaevna

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: PchelincevaON@yandex.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Курочкин, А. А. Теоретические исследования рабочего процесса вакуумной системы модернизированного экструдера / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 44–50.

Курочкин, А. А. К вопросу повышения декомпрессионного эффекта в рабочем процессе одношнекового экструдера / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 51–57.

Курочкин Анатолий Алексеевич

д-р техн. наук, профессор кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

doctor technical sciences, professor of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Фролов Дмитрий Иванович

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: surr@bk.ru

Frolov Dmitriy Ivanovich

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: surr@bk.ru

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Данилина, Л. И. Оценка уровня загрязненности земель сельскохозяйственного назначения / Л. И. Данилина, Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 58–65.

Зимняков, В. М. Концепция развития индикативного планирования молочнопродуктового подкомплекса / В. М. Зимняков, И. В. Гаврюшина // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 66–72.

Данилина Людмила Игоревна

кандидат биологических наук
ГАПОУ ПО «Пензенский многопрофильный колледж»,
440034, Россия, г. Пенза, ул. Маркина 2
Тел.: 8 (8412) 34-54-35,
e-mail: bio.lecturer@mail.ru

Danilina Lyudmila Igorevna

candidate of biological sciences
SAPEI PE «Penza Multidisciplinary College»,
440034, Russia, Penza, st. Markina, 2.
Phone: 8 (8412) 34-54-35,
E-mail: bio.lecturer@mail.ru

Зимняков Владимир Михайлович

доктор экономических наук, профессор кафедры
«Переработка сельскохозяйственной продукции»,
ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная
сельскохозяйственная академия»
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.
Тел. 8 (8412) 628151
E-mail: zimnyakov@bk.ru

Zimnyakov Vladimir Mikhailovich

doctor of economic Sciences, Professor of the Department
of Processing of agricultural products»,
FSBEI HVE «Penza State Agricultural Academy»
440014, Penza, Ul. Botanical, 30.
Phone: 8 (8412) 628151
E-mail: zimnyakov@bk.ru

Гаврюшина Ирина Владимировна

кандидат биологических наук, доцент кафедры
«Переработки сельскохозяйственной продукции»,
ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»
г. Пенза ул. Ботаническая, 30,
Тел. 8(8412)628-158
E-mail: gavryushina.irina@mail.ru

Gavryushin Irina Vladimirovna

candidate of biological Sciences, Professor of the
Department of processing of agricultural products»,
FSBEI HVE «Penza State Agricultural Academy»,
Penza street Botanicheskaya, 30,
Phone: 8(8412)628-158
E-mail: gavryushina.irina@mail.ru

Трибуна молодого ученого

Денисов, А. О. К вопросу расширения классификационных признаков пищевых экструдеров / А. О. Денисов, Н. В. Живаева // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 73–78.

Булаев, И. А. Пути улучшения качества хлеба из пшеничной муки / И. А. Булаев // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 3 (04). С. 73–78.

ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

В научно-теоретическом и практическом журнале «Инновационная техника и технология» публикуются статьи, обзорные статьи, доклады, сообщения, рецензии, краткие научные сообщения (письма в редакцию), информационные публикации.

Рукопись должна соответствовать требованиям к оформлению статьи. Рукописи, представленные с нарушением требований, редакцией не рассматриваются.

Рукописи, поступающие в журнал, должны иметь внешнюю рецензию специалистов соответствующих отраслей наук с ученой степенью доктора или кандидата наук.

Рукопись научной статьи, поступившая в редакцию журнала, рассматривается ответственным за выпуск на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению, проверяется оригинальность в системе «Антиплагиат», регистрируется.

Редакция подтверждает автору получение рукописи в течение 10 дней после ее поступления.

Редакция организует рецензирование представленных рукописей. В журнале публикуются только рукописи, текст которых рекомендован рецензентами. Выбор рецензента осуществляется решением главного редактора или его заместителя. Для проведения рецензирования рукописей статей в качестве рецензентов могут привлекаться как члены редакционной коллегии журнала «Инновационная техника и технология», так и высококвалифицированные ученые и специалисты других организаций и предприятий, обладающие глубокими профессиональными знаниями и опытом работы по конкретному научному направлению, как правило,

доктора наук, профессора.

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей для своих нужд. Рецензирование проводится конфиденциально. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

Оригиналы рецензий хранятся в редакционной коллегии в течение трех лет со дня публикации статей и по запросам предоставляются в экспертные советы ВАК.

Если в рецензии на статью имеется указание на необходимость ее исправления, то статья направляется автору на доработку. В этом случае датой поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной статьи.

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке,

она направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту, который сделал критические замечания.

Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора

учесть пожелания редакции.

При наличии отрицательных рецензий на рукопись от двух разных рецензентов или одной рецензии на ее доработанный вариант статья отклоняется от публикации без рассмотрения другими членами редколлегии.

Решение о возможности публикации после рецензирования принимается главным редактором, а при необходимости – редколлегией в целом.

Автору не принятой к публикации статьи ответственный за выпуск направляет мотивированный отказ.

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

Редакция журнала не хранит рукописи, не принятые к печати. Рукописи, принятые к публикации, не возвращаются. Рукописи, получившие отрицательный результат от рецензента, не публикуются и также не возвращаются автору.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Научно-теоретический и практический журнал «Инновационная техника и технология» предназначен для публикации статей, посвященных проблемам пищевой и смежных отраслей промышленности.

Статья должна отвечать профилю журнала, обладать научной новизной, публиковаться впервые.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть 5–7 страниц. Текст статьи должен быть напечатан на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с одной стороны листа в одну колонку на принтере с четким шрифтом.

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

1. Индекс УДК (универсальный десятичный классификатор) – на первой странице в левом верхнем углу.
2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.
3. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать основной результат исследований. Заголовки набирают полужирными прописными буквами, размер шрифта 12. В заголовке не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.
4. Аннотация (не более 800 печатных знаков).

Отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований.

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

«Введение» – часть, в которой приводят краткий обзор материалов (публикаций), связанных с решаемой проблемой, и обоснование актуальности исследования. Ссылки на цитированную литературу даются по порядку номеров (с № 1) в квадратных скобках. При цитировании нескольких работ ссылки располагаются в хронологическом порядке. Необходимо четко сформулировать цель исследования.

«Объекты и методы исследований»:

- для описания экспериментальных работ – часть, которая содержит сведения об объекте исследования, последовательности операций при постановке эксперимента, использованных приборах и реактивах. При упоминании приборов и оборудования указывается название фирмы на языке оригинала и страны (в скобках). Если метод малоизвестен или значительно модифицирован, кроме ссылки на соответствующую публикацию, дают его краткое описание;

- для описания теоретических исследований – часть, в которой поставлены задачи, указываются сделанные допущения и приближения, приводится вывод и решение основных уравнений. Раздел не следует перегружать промежуточными выкладками и описанием общеизвестных методов (например, методов численного решения уравнений, если они не содержат элемента новизны, внесенного авторами);

«Результаты и их обсуждение» – часть, содержащая краткое описание полученных экспериментальных данных. Изложение результатов должно заключаться в выявлении обнаруженных закономерностей, а не в механическом пересказе содержания таблиц и графиков. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени. Обсуждение не должно повторять результаты исследования. В конце раздела рекомендуется сформулировать основной **вывод**, содержащий ответ на вопрос, поставленный в разделе «Введение».

Текст статьи должен быть набран стандартным шрифтом Times New Roman, кегль 10, межстрочный интервал – одинарный, поля – 2 см. Текст набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в MS Word одним объектом, а не состоять из частей. Необходимо придерживаться стандартного стиля символов и индексов: английские – курсивом (Italic), русские и грече-

ские – прямым шрифтом, с указанием строчных и прописных букв, верхних и нижних индексов. Химические формулы набираются 9-м кеглем, математические – 10-м. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.tiff. Подписная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Таблицы, графики и диаграммы не должны превышать по ширине 8 см. Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

7. Список литературы. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте. В тексте статьи дается порядковый номер источника из списка цитируемой литературы в квадратных скобках. Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82–2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

Не рекомендуется использовать более трех интернет-источников, а также литературу, с момента издания которой прошло более 10 лет.

В список литературы не включаются неопубликованные работы, учебники, учебные пособия и тезисы материалов конференций.

8. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс, тел., e-mail (организации).

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

- заглавие статьи;
- инициалы и фамилии авторов;
- текст аннотации;
- ключевые слова (keywords);
- название учреждения (с указанием почтового адреса, тел., e-mail).

Рукопись следует тщательно выверить и подписать всем авторам на первой странице основного текста. В случае несоответствия оформления статьи предъявляемым требованиям статья не публикуется.

Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

- 1) электронная версия статьи в программе MS Word 2007. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов;
- 2) распечатанный экземпляр статьи, строго со-

ответствующий электронной версии. В случае обнаружения расхождений редакция ориентируется на электронный вариант рукописи статей;

3) сведения об авторах (на русском и английском языках): фамилия, имя, отчество каждого соавтора, место и адрес работы с указанием должности, структурного подразделения, ученой степени, звания; контактный телефон, домашний адрес, электронная почта, дата рождения. Звездочкой указывается автор, с которым вести переписку. Файл следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП_Анкета.doc;

4) сопроводительное письмо на имя главного редактора журнала на бланке направляющей организации с указанием даты регистрации и исходящего номера с заключением об актуальности работы и рекомендациями к опубликованию с подписью руководителя учреждения;

5) рецензия на статью, оформленная согласно образцу, от внешнего рецензента. Подпись внешнего рецензента заверяется соответствующей кадровой структурой.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 3 (04) / 2015

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Отпечатано с готового оригинал-макета

в типографии «КОПИ-РИЗО»

Пенза, ул. Московская, 74, к. 211. Тел. 56-25-09.

e-mail: tipograf_popovamg@inbox.ru

Сдано в производство 11.11.2015. Формат 60X84/8

Бумага типогр. №1. Печать ризография. Шрифт Times New Roman.

Усл. печ. л. 9,42. Уч. изд. л. 10,35. Заказ № 921. Тираж 100 экз.