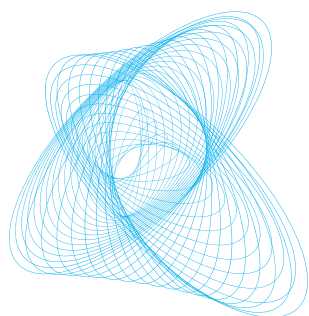
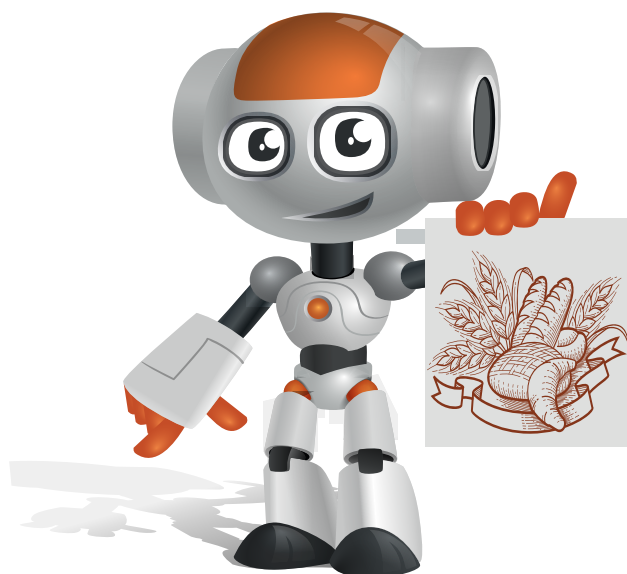


Выпуск № 4 (01)/2014



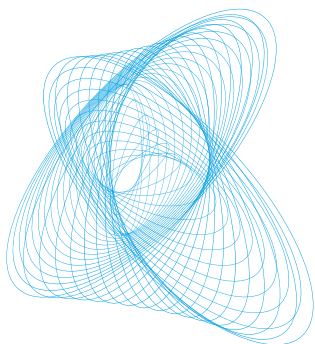
ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

ISSN: 2410-0242



Научно-теоретический и практический журнал

ISSN: 2410-0242



Инновационная техника и технология



INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Выпуск № 4 (01)/2014

Научно-теоретический и практический журнал

ПЕНЗА 2014

ISSN 2410-0242



9 772410 024006

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ**
№ 4 (01) / 2014

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., 2014
© Эврика, 2014

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY
№ 4 (01) / 2014

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., 2014
© Eureka, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Исследование микроструктуры экструдированного проса <i>П. К. Воронина</i>	5
Заквасочная культура – технологический инструмент высококачественных молочных продуктов <i>В. М. Зимняков, И. В. Гаврюшина</i>	8
Жирнокислотный состав липидов экструдированного зернового сырья <i>Г. В. Шабурова, П. К. Воронина</i>	13

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Системный подход к разработке экструдера для термовакuumной обработки экструдата <i>А. А. Курочкин</i>	17
Анализ энергоэффективности работы сушилки кипящего слоя <i>А. Б. Терентьев, К. Ю. Мокроусова, С. В. Чекайкин</i>	23
Определение оптимальных параметров процесса дробления зерна в вальцовых дробилках <i>О. Н. Пчелинцева, Д. И. Фролов</i>	26

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха <i>Д. И. Фролов</i>	30
Технология производства кормов на основе термовакuumной обработки отходов сельскохозяйственного производства <i>А. А. Курочкин, Д. И. Фролов</i>	36
К вопросу влияния технических средств, кормов и величины их потерь на эффективность свиноводства <i>В. В. Коновалов</i>	41

Трибуна молодого ученого

Инновационный вектор развития термопластической экструзии <i>В. С. Шинкарёв, И. С. Захаров, С. В. Кнестяпин</i>	46
---	----

ИНФОРМАЦИЯ

Сведения об авторах. Требования к оформлению статей	49
--	----

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

- Study of the microstructure of the ekstrudirovannogo millet**
P. K. Voronina 5
- Impact on technological properties of prebiotics dairy and meat products**
V. M. Zimniakov, I. V. Gavryshina 8
- Fatty acid composition of lipids extruded grain raw material**
G.V. Shaburova, P.K. Voronina 13

TECHNOLOGY EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

- A systematic approach to the development of the extruder for thermal processing of the extrudate**
A. A. Kurochkin 17
- Analysis of energy efficiency work dryer boiling bed**
A. B. Terentev, K. Y. Mokrousova, S. V. Chekaykin 23
- Determination of optimum process parameters cereal on a roller crusher**
O. N. Pchelintseva, D. I. Frolov 26

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

- Analysis of work haulm removing working bodies from optimize the airflow inside the casing**
D. I. Frolov 30
- The technology of fodder production based on thermal treatment of waste from agricultural production**
A. A. Kurochkin, D. I. Frolov 36
- The question of influence of technical equipment feed and size of their losses on the efficiency of pig breeding**
V. V. Konovalov 41

TRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

- Vector of innovation thermoplastic extrusion**
V. S. Shinkarev, I. S. Zakharov, S. V. Knestyapin 46

INFORMATION

- Information about the authors. Requirements for the articles** 49

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.696

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ПРОСА

П.К. Воронина

Работа посвящена исследованию микроструктуры и химического состава перспективных в пищевом отношении видов сырья – продуктов переработки зерна проса.

Ключевые слова: пиво, экструдат, несоложеное сырье, просо.

Введение

Современной тенденцией насыщения рынка конкурентоспособными продуктами питания является внедрение в производство прогрессивных способов переработки растительного сырья, в том числе нетрадиционного, обладающего необходимыми технологическими свойствами и химическим составом, структурные компоненты которого позволят интенсифицировать биотехнологические процессы производства продукции и повысить ее качество.

Как известно, основным сырьем для производства пива служит пивоваренный солод. С учетом повышения экономической эффективности производства и расширения ассортимента пива целесообразна замена части солода несоложенным сырьем. При этом перспективным направлением решения указанных задач является разработка технологий производства пива с применением зерновых экструдатов [1, 2].

Исследование микроструктуры зерна раскрывает возможности для выявления взаимосвязи между структурой зерна и его биологической ценностью. Анализ микроструктуры экструдата проса необходим также для разработки оптимальных технологических режимов переработки зерна в пивоварении.

Целью исследований являлось изучение микроструктуры экструдированного зерна проса.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования использовали экструдированное зерно проса. Экструдат проса был получен при температуре 110...120°C, продолжительности обработки 10...15 с, при воздействии на выходящий из фильеры экструдера продукт пониженным давлением 0,045...0,055 МПа с целью более интенсивного «вскипания» и достижения влаги в экструдате не более 9% [3].

При проведении микроструктурных исследований несоложеного зернового сырья был использован метод люминесцентной микроскопии с использованием микроскопа Микромед 3 ЛЮМ.



Рис. 1 – Микроскоп Микромед 3 ЛЮМ

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований микроструктуры нативного проса приведены на рис. 2.

В ходе анализа результатов микроструктурных исследований было установлено, что в муке из нативного проса основными элементами являются неразрушенные зерна крахмала и механически разрушенные клеточные структуры.

На рис. 3 приведены результаты микроструктуры экструдированного зерна проса.

Нетрудно заметить (рис. 3), что экструзионная обработка привела к деструктивным изменениям в зерне проса.

Мука из экструдированного проса отличается от муки из нативного зерна присутствием крупных структурных образований – белково-углеводных комплексов, а также незначительным количеством

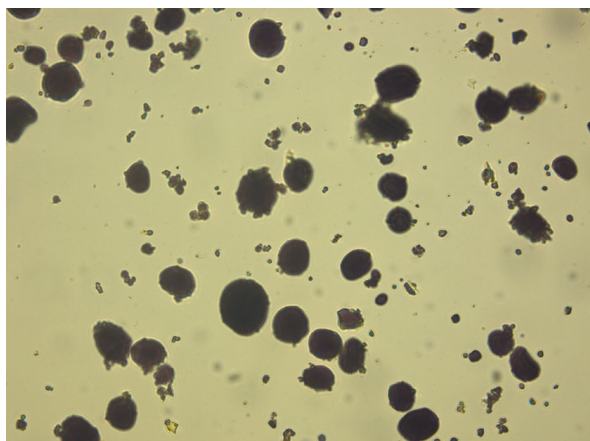


Рис. 2 – Микроструктура муки нативного проса

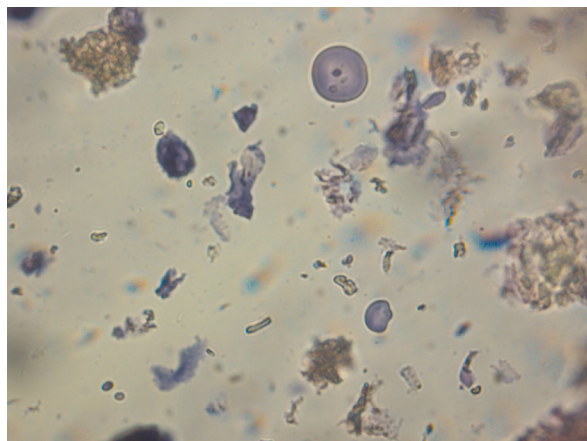


Рис. 3 – Микроструктура муки экструдированного проса

не разрушенных и частично разрушенных зерен крахмала.

В научном сообществе утвердилось мнение, что крахмал, являющийся доминирующим полимером в большинстве зерновых систем, играет главную роль в расширении, а другие ингредиенты, такие как белки, сахара, жиры, клетчатки выступают в качестве наполнителей [4, 5]. Максимальное расширение наблюдается у 100 %-го крахмала (500 %). Степень расширения цельного зерна составляет 400 %. Степень расширения различных смесей с добавками крахмала составляет 200-300%.

Масличные культуры характеризуются индексом расширения, равным 150-200 % [6].

Результаты Conway свидетельствуют о том, что достаточная степень расширения зернового крахмалсодержащего сырья в процессе экструзионной обработки может быть достигнута при содержании крахмала в зерне не менее 60-70% [7].

Выводы

Результаты проведенного исследования позволили установить, что экструзионная обработка зерна проса способствует деструкции крахмала, что подтверждено исследованиями микроструктуры экструдированного зерна методами современной люминесцентной микроскопии. Деструкция крахмала является важным в процессах подготовки несоложенного сырья к затиранию в пивоварении [8, 9].

Экструдат проса, полученный по специальной технологии, можно рассматривать как потенциальный минеральный, витаминный обогатитель, способствующий интенсификации биотехнологических процессов и повышению потребительских свойств пищевых продуктов.

Список литературы

1. Курочкин, А. А. Формирование качества пива в процессе сбраживания пивного сусла с использованием экструдата ячменя/А. А. Курочкин, П. К. Воронина//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. – № 4. – С. 100–103.
2. 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.
3. 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. – № 30. – С. 70–76.
4. Moraru, C. I. J. L. Kokini Nucleation and Expansion During Extrusion and Microwave Heating of Cereal Foods/C. I. Moraru, J. L. Kokini//Comprehensive reviews in food science and food safety, 2003. – v. 2. – P. 147–165.
5. Briggs, D. E. The use of extruded barley, wheat and maize as adjuncts in mashing/D. E. Briggs, A. Wadeson, R. Statham, J. F. Taylor//J. Inst. Brew. – 1986. – Vol. – 92. – P. 468–474.
6. Horn, R. E. Economics of food extrusion processing/Horn, R. E., J. C. Bronikowski//Cereal Foods World, 1979. – № 24 (4). – P. 140–144.
7. Conway, H. F. Extrusion cooking of cereals and soybeans. Part I.//Food Product Dev, 1971. – № 5 (2). – P. 29.
8. 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.
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.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «Участник молодёжного научно-инновационного конкурса (УМНИК)» (УМНИК-2012 г., г. Пенза).

STUDY OF THE MICROSTRUCTURE OF THE EKSTRUROVANNOGO MILLET

P. K. Voronina

Work is dedicated to a study of microstructure and chemical composition of the forms of raw material - converted products promising in food sense of grain of millet.

Keywords: beer, extrudate, nesolozhenoe raw material, millet.

References

1. Kurochkin, A.A. Formation of quality beer in the fermentation of beer wort using extruded barley/A.A. Kurochkin, P.K. Voronina//Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. 2012. – № 4. – P. 100–103.
2. Shaburova, G.V. Increasing the technological capacity unmalted cereals/G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina//Engineering and technology of food production. 2014. – № 1 (32). P.90–96.
3. Kurochkin, A.A. Modeling 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. – № 30. – P 70–76.
4. Moraru, C.I.J.L. Kokini Nucleation and Expansion During Extrusion and Microwave Heating of Cereal Foods/C.I. Moraru, J.L. Kokini//Comprehensive reviews in food science and food safety, 2003. – v. 2. – P 147–165.
5. Briggs, D.E. The use of extruded barley, wheat and maize as adjuncts in mashing/D.E. Briggs, A. Wadeson, R. Statham, JF Taylor//J. Inst. Brew. – 1986. – Vol. – 92. – P. 468–474.
6. Horn, R.E. Economics of food extrusion processing/Horn, RE, JC Bronikowski//Cereal Foods World, 1979. – № 24 (4). – P. 140–144.
7. Conway, H.F. Extrusion cooking of cereals and soybeans. Part I.//Food Product Dev, 1971. – № 5 (2). – P 29.
8. Kurochkin, A.A. Theoretical and practical aspects of extrusion technology in brewing/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.V. Novikov//Volga Niva. 2007. – № 1. – P. 20.
9. Kurochkin, A.A. Regulation structure extrudates starch grain material/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina//Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. – 2013. – № 4. – P 94–99.

ЗАКВАСОЧНАЯ КУЛЬТУРА – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

В. М. Зимняков, И. В. Гаврюшина

В статье приводятся данные по эффективности влияния заквасочных культур на технологические свойства молочных продуктов, даются результаты исследований по влиянию заквасочных культур на показатели титруемой кислотности и вязкости ряженки и варенца.

Ключевые слова: заквасочная культура, технологические свойства, молочные продукты, кисломолочные напитки, титруемая кислотность, вязкость.

Введение

Продовольственный рынок XXI века характеризуется высокой насыщенностью и ростом запросов потребителей. Человек все больше внимания уделяет своему внешнему виду и здоровью, сопровождающееся стремлением уменьшить потребление лекарственных средств за счет рационального питания. Благоприятное воздействие молочнокислых бактерий на организм человека признано и учеными, и врачами, и потребителями, поэтому и сегодня из широкого ассортимента молочной продукции для нормализации обмена веществ и про-

цессов пищеварения предпочтение отдается традиционным кисломолочным продуктам.

Сохранение лидерства в молочной промышленности требует хорошей ориентации в условиях быстро меняющихся тенденций потребительского рынка и ценообразования, когда продукция производится в условиях жесткой конкуренции [3, 4]. При выработке продуктов с уже привычными названиями такими как, например, ряженка, варенец и йогурт технологи постоянно ищут новые идеи для поддержания и улучшения их качества, продления сроков годности с целью увеличения реализации объемов производства.

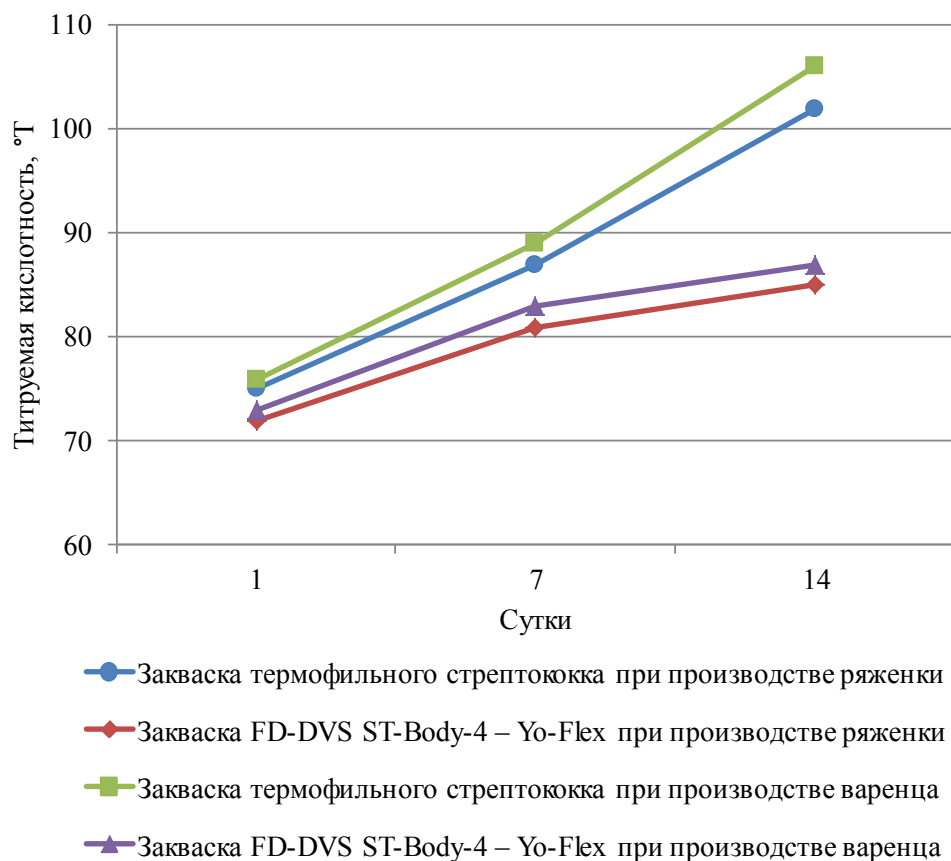


Рис. 1. Динамика показателей титруемой кислотности ряженки и варенца

Основополагающий момент получения высококачественных кисломолочных продуктов с длительным сроком хранения – это тщательный подбор заквасочной культуры, которая в свою очередь является пробиотиком, предающим продукту статус функционального. При этом необходимо учитывать несколько важных факторов:

♦ Состав молока-сырья. К основным порокам данной группы продуктов относятся недостатки, связанные с неудовлетворительным составом молока, низким содержанием сухого обезжиренного молочного остатка, неполноценным белково-жировым составом (образование слабого, непрочного сгустка, плохо удерживающего сыворотку, разжижение сгустка во время хранения, отстой сыворотки) [5].

- ♦ Стоп-эффект заквасочной культуры.
- ♦ Низкое постокисление в продукте.
- ♦ Сохранность жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов на уровне не менее 1×10^7 КОЕ/мл на протяжении всего срока годности.

В этой связи подбор заквасочных культур в молочной промышленности осуществляется не только с целью повышения диетических свойств, но в связи с их технологическими возможностями.

Целью работы явилось изучение эффективности использования заквасочных культур на технологические свойства молочных продуктов.

Объекты и методы исследований

Изучали влияние заквасочных культур на технологические свойства молочных продуктов. Для достижения поставленной цели был проведен ряд экспериментов в условиях ООО «Каменский маслозавод» Каменского района Пензенской области и биохимической лаборатории ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА» г. Пенза.

Объектом исследования явились лиофилизированные концентрированные заквасочные культуры прямого внесения: FD-DVS ST-Body-4 – Yo-Flex (содержит *Streptococcus thermophilus*) производства компании Chr. Hansen (Дания) и AiBi серии LbS 22.11 R2 (содержит *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*) производства компании «Зеленые Линии» (Россия).

Материалом исследования явились: ряженка и варенец с массовой долей жира 2,5 %, йогурт с массовой долей жира 1,5; 2,5 и 3,2 %.

Все представленные в работе показатели определялись по стандартам и методикам, принятым в России.

Органолептическая оценка качества ряженки проводилась в соответствии с ГОСТ 52094-2003, варенца – ГОСТ 53508-2009, йогурта – ГОСТ 31981-2013.

Титруемую кислотность кисломолочной продукции определяли методом титрования с приме-

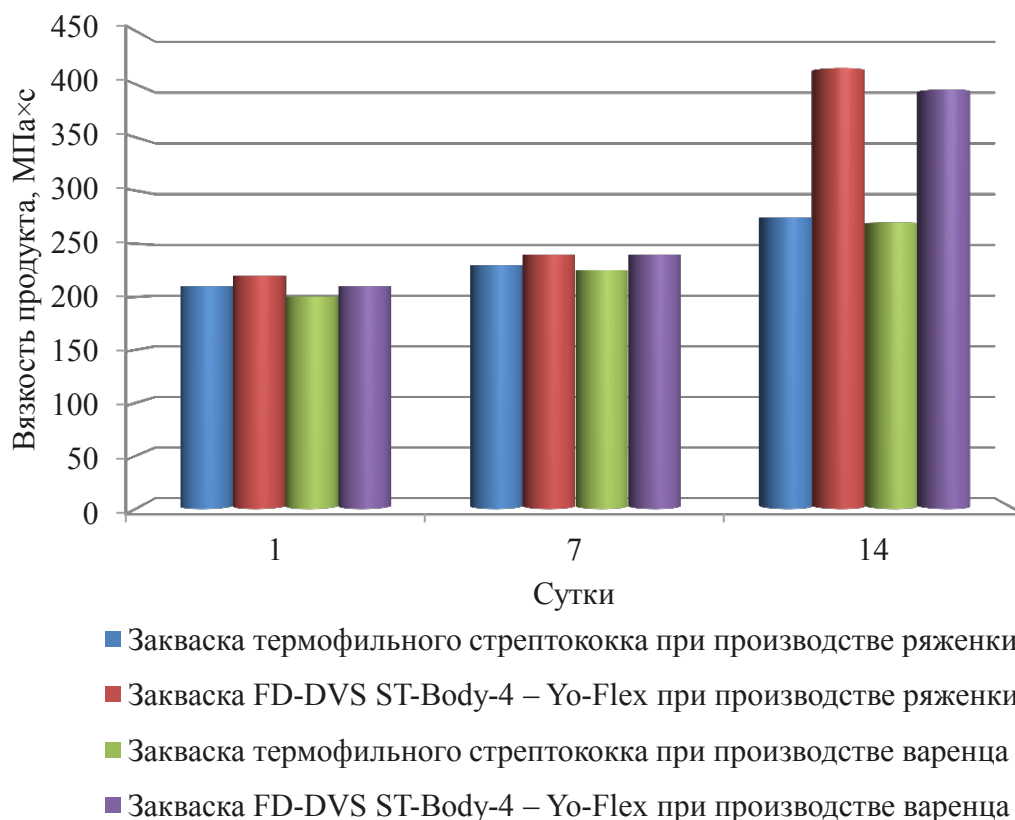


Рис. 2. Динамика вязкости ряженки и варенца

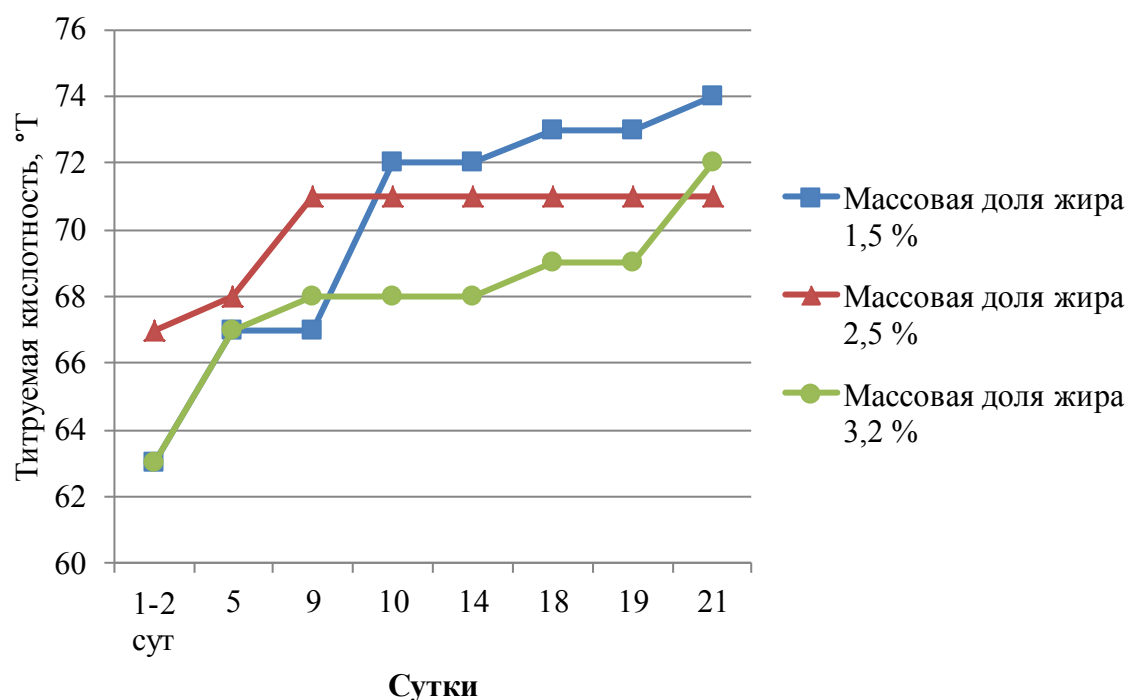


Рис. 3. Динамика показателей титруемой кислотности йогурта с различной массовой долей жира

нием индикатора фенолфталеина в соответствии с ГОСТ 3624-92.

Количество молочнокислых микроорганизмов в кисломолочной продукции определяли методом предельных разведений в соответствии ГОСТ 10444.11-89.

Результаты и их обсуждение

Лабораторные исследования по изучению влияния заквасочной культуры FD-DVS ST-Body-4 – Yo-Flex на качество и срок годности ряженки и варенца были проведены в микробиологической и химической лабораториях ООО «Каменский маслозавод» Каменского района Пензенской области. Для этого были приготовлены контрольные и опытные образцы, которые хранили при температуре 4 ± 2 °С. Исследования проводились в течение 14 суток: на первые сутки хранения ряженки и варенца, на 7 сутки (конец срока годности) и далее ежедневно.

Было установлено, что в первые девять суток образцы кисломолочных напитков полностью соответствовали требованиям нормативной документации.

В процессе хранения нежелательные изменения органолептических показателей в контрольном образце наблюдались на 12 сутки: слабовыраженная горечь, незначительный отстой сыворотки. Снижение молочнокислых микроорганизмов с 10^7 до 10^6 КОЕ/см³, что ниже допустимых значений, было отмечено на 10 сутки.

Наращение кислотности в опытных образцах происходило медленнее и умереннее, чем в кон-

трольных (рис. 1), что, в свою очередь, обеспечило высокую степень содержания молочнокислых микроорганизмов.

Так в образцах ряженки и варенца, выработанных с использованием закваски FD-DVS ST-Body-4 – Yo-Flex, в первые сутки концентрация молочнокислых микроорганизмов составила 10^9 КОЕ/см³, на седьмые сутки – 10^8 КОЕ/см³, к 14 суткам содержание микроорганизмов снизилось до 10^7 КОЕ/см³, что соответствует требованиям стандарта для продукции данного вида.

Одним из основных показателей потребительских качеств ряженки и варенца является вязкость. При длительном хранении физико-химические процессы в продукте меняют свой характер, происходит разжижение сгустка, вязкость уменьшается [1, 2, 7].

В наших исследованиях заквасочная культура FD-DVS ST-Body-4 – Yo-Flex, повлияла на показатели вязкости кисломолочных продуктов. В период до 14 суток вязкость в контрольных образцах изменялась незначительно, тогда как в опытных наблюдалось ее существенное увеличение (рис. 2).

Лабораторные исследования по изучению влияния лиофилизированной концентрированной заквасочной культуры AiBi серии LbS 22.11 R2 на качество и срок годности йогурта, проводились в биохимической лаборатории ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА». Для этого были приготовлены образцы йогурта с различной массовой долей жира термостатным способом, которые хранили при температуре 4 ± 2 °С. Исследования проводились ежедневно в течение трех недель.

В первые 18 суток образцы йогурта по орга-

нолептическим показателям полностью соответствовали требованиям нормативной документации: цвет – молочно-белый; вкус – освежающий, мягкий, нежный; консистенция: невязкая, густая, структура плотная. Слабо выраженная горечь и незначительное расслоение появились на 19 сутки хранения, а на 21 сутки произошло расслоение сыворотки.

За период проведения исследований титруемая кислотность йогурта повысилась незначительно (рис. 3). В опытном образце с массовой долей жира 1,5 % повышение составило 16,5 %, с массовой долей жира 2,5 % – 6,0 % и с массовой долей жира 3,2 – 14,3 %. Этот факт свидетельствует и низком постокислении готового продукта, основополагающим фактором которого является качество вносимой закваски.

Умеренное нарастание кислотности в продукте во время хранения обеспечило высокую степень содержания молочнокислых микроорганизмов (не менее 1×10^7 на 19 сутки). Механизм сохранности жизнеспособных клеток предположительно заключается в следующем. В процессе сквашивания идет интенсивное кислотообразование. Охлаждение продукта замедляет жизнедеятельность микроорганизмов. При этом слабо образуется молочная кислота, но активизируется процесс полисахаридного синтеза. Из научных источников известно – в медленно растущих клетках понижена скорость синтеза биополимеров из стенок, что предоставляет большее количество изопреноидных липидных молекул-носителей для биосинтеза эргополисахаридов. Следует отметить, что болгарская палочка вырабатывает эргополисахариды. В свою очередь, экзополисахариды выполняют защитные функции для бактериальных клеток, препятствуя механическому разрушению, проникновению бактериофагов, воздействию токсичных химических соединений и метаболитов самих микроорганизмов а также

антибиотиков. Таким образом и обеспечивается высокая сохранность жизнеспособных клеток заквасочной культуры AiBi серии LbS 22.11 R2. Кроме того эргополисахариды улучшают консистенцию йогуртового сгустка, плюс – йогурт медленнее расслаивается.

Выводы

Следствием выполненной работы явилась возможность сделать вывод о том, что заквасочная культура FD-DVS ST-Body-4 – Yo-Flex может использоваться для получения ряженки и варенца с мягким вкусом и густой консистенцией, она имеет низкое постокисление, способствует сохранению количества молочнокислых микроорганизмов на уровне не менее 10^7 КОЕ/см³, что дает возможность увеличить срок годности продуктов с 7 до 14 суток.

Леофилизированная заквасочная культура прямого внесения «AiBi» серии LbS 22.11 R2 для йогурта способствует умеренному нарастанию кислотности во время хранения, обеспечивает высокую сохранность жизнеспособных клеток молочнокислых микроорганизмов, позволяет снизить порог нарушения вязкости продукта в конце срока годности при этом срок годности продукта может составить 18 суток.

Еще один важный показатель, привлекающий к себе все больше внимания в связи с увеличением требовательности потребителей к продуктам, которые они покупают и употребляют – это их безопасность. В этой связи необходимо отметить, что заквасочные культуры компании Chr. Hansen и «Зеленые Линии» не содержат генетически модифицированных микроорганизмов и по качеству и безопасности соответствуют Федеральному закону Российской Федерации № 88 – ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию».

Список литературы

1. Гаврюшина, И.В. Влияние функциональных пищевых ингредиентов на технологические свойства молочных продуктов/И.В. Гаврюшина//Иновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции, г. Пенза, март. 2014. С. 37–40.
2. 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. № 06 (22). С. 119–124.
3. Зимняков, В.М. Стратегия развития продуктовых подкомплексов/В.М. Зимняков, В.А. Гудашев, А.Ю. Сергеев//Нива Поволжья. – 2012. – № 3. – С. 81–85.
4. Зимняков, В.М. Модернизация агропромышленного производства: проблемы и механизмы/В.М. Зимняков, А.Ю. Сергеев//Нива Поволжья. – 2012. – № 4. – С. 101–104.
5. Погосян, Д.Г. Технология хранения и переработки продукции животноводства: практикум/Д.Г. Погосян, И.В. Гаврюшина. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – 202 с.
6. Погосян, Д.Г. Применение закваски FD-DVS при производстве ряженки и варенца/Д.Г. Погосян, И.В. Гаврюшина//Молочная река. – 2012. – № 4 (48). – С. 62–63.
7. Погосян, Д.Г. Применение дигидрокверцетина при производстве творога/Д.Г. Погосян, И.В. Гаврюшина, Т.В. Шишкина//Молочная промышленность. – 2014. – № 7. – С. 62–63.

IMPACT ON TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PREBIOTICS DAIRY AND MEAT PRODUCTS

V. M. Zimniakov, I. V. Gavryshina

The article presents data on the effectiveness of the impact of technological properties of dairy products, are given the results of studies on the effect of starter cultures on the indicators of titratable acidity and viscosity of the product and Varentsov.

Keywords: starter culture, technological properties, dairy Pro-products, fermented milk drinks, titratable acidity, viscosity.

References

1. Gavryushin, I.C. Influence of functional food ingredients on technological properties of milk products/I. C. Gavryushin//Innovative technologies in agriculture: Theory and practice: a collection of articles II all-Russian scientific-practical conference, Penza, March. 2014. P. 37–40.
2. Zimnyakov, C. M. the Effect of prebiotics on technological properties of milk and meat products/C. M. Zimnyakov, I. C. Gavryushin//XXI century: results and problems on standing plus. 2014. No. 06 (22). P. 119–124.
3. Zimnyakov, C. M. development Strategy product subcomplexes/C. M. Zimnyakov, C. A. Kudashev, A. Y. Sergeev//Niva Volga region. – 2012. No. 3. – P. 81–85.
4. Zimnyakov, C. M. Modernization of agricultural production: problems and mechanisms./C. M. Zimnyakov, A. Y. Sergeev//Niva Volga Region. – 2012. No. 4. – P. 101–104.
5. Pogosyan, D., storage Technology and processing of livestock products: practicalcum/A., Poghosyan, I. C. Gavryushin. – Penza: RIO, the tree, 2013. – 202 P.
6. Pogosyan, D., Application of the leaven of the FD-DVS in the manufacture of this product and Varentsov/A., Poghosyan, I. C. Gavryushin//Milk river. – 2012. – № 4 (48). – P. 62–63.
7. Pogosyan, D., Application of dihydroquercetin in the production of cheese//A., Poghosyan, I. C. Gavryushin, T. C. N./the Dairy industry. – 2014. No. 7. – P. 62–63.

ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

Г. В. Шабурова, П. К. Воронина

Представлены результаты исследования жирнокислотного состава липидов экструдированного зерна ячменя, овса, проса и гречихи, полученного по инновационной технологии. Дана сравнительная характеристика биологической эффективности экструдированных крахмалсодержащих зерновых культур.

Ключевые слова: экструдат, ячмень, просо, гречиха, липиды, жирнокислотный состав.

Введение

Термопластическая экструзия растительного сырья привлекает в последние 20-25 лет большое внимание исследователей. Научный интерес обусловлен, вероятно, значительными возможностями экструзионной обработки [1, 2]. Исследователями обсуждаются вопросы регулирования структуры зерновых экструдатов на основе изменения технических и технологических параметров экструдера [3, 4, 5]. Применяя различные режимы экструзионной обработки, можно достичь эффективной модификации основных биополимеров продовольственного сырья, и регулирования белкового и углеводного комплекса зерновых культур [6, 7]. Установлена возможность широкого применения экструдированного зернового сырья в различных пищевых отраслях в качестве обогатителя продуктов питания минеральными веществами, витаминами, пищевыми волокнами. Использование экструзионной обработки позволяет получить для различных отраслей зерновые полупродукты с улучшенными, в сравнении с нативным зерном, функционально-технологическими свойствами, позволяющими интенсифицировать биотехнологические процессы [8, 9]. Химический состав и функционально-технологические свойства зерновых экструдатов обуславливают возможность их применения в пивоварении, в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. В результате применения экструдированных продуктов повышается качество полуфабрикатов, биологическая и пищевая ценность готовых продуктов питания, повышаются их показатели безопасности, а также улучшается ассортиментная политика предприятия [10, 11].

В научной литературе авторами не обнаружено информации об изменениях жирнокислотного состава липидов при экструзионной обработке крахмалсодержащего зернового сырья. В то же время следует отметить существенное влияние липидов зернового сырья в технологии хлеба на формирование качества клейковины теста из пшеничной муки.

Целью исследования является изучение жирнокислотного состава липидов экструдированного зерна ячменя, проса и гречихи.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлась мука пшеничная первого сорта, мука экструдатов ячменя, проса и гречихи. Экструдаты получены по инновационной технологии [5].

Жирнокислотный состав липидов экструдированного зернового сырья исследовали хроматографическим методом, выделяя масло из зернового сырья в соответствии с ГОСТ Р 51483, получение метиловых эфиров жирных кислот – ГОСТ Р 51486. Разделение метиловых эфиров проводили на хроматографе «Кристалл 5000.1». Количественную обработку хроматограмм проводили по площадям пиков с применением компьютерной программы «Хроматэк Аналитик 2.5». Расчет количественного содержания триацилглицеридов проводили методом процентной нормализации [12]. Информация о жирнокислотном составе муки пшеничной первого сорта приведена из литературных источников [13].

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования жирнокислотного состава экструдированного зернового сырья приведены в таблицах 1 и 2.

Жирнокислотный состав липидов экструдатов ячменя и проса характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), среди которых доминирует линолевая кислота (семейство ω -6) и α -линоленовая кислота (семейство ω -3). Жирные кислоты семейства ω -3 – это биологически активные вещества, способные оказывать профилактическое воздействие на организм человека при сердечнососудистых, онкологических и других заболеваниях. Значение линолевой и α -линоленовой кислот для организма человека обусловлено, главным образом, их ролью, как структурных элементов клеточных мембран. Они обеспечивают им проницаемость, способствуют снижению холестерина в крови и тормозят развитие атеросклероза. Линолевая кислота отвечает за образование лецитина, который защищает кожу человека от вредного воздействия окружающей среды. При недостатке этих кислот нарушается обмен веществ в организме.

Таблица 1 – Жирнокислотный состав липидов экструдированного зернового сырья

Наименование жирной кислоты	Число атомов углерода и непредельных связей	ω	Содержание жирной кислоты, % от общего содержания жирных кислот			
			мука пшеничная первого сорта	экструдат ячменя	экструдат проса	экструдат гречихи
Насыщенные жирные кислоты (НЖК)						
Миристиновая	C14:0	–	сл.	0,2	0,09	0,08
Пентадекановая	C15:0	–	–	0,08	0,1	0,02
Пальмитиновая	C16:0	–	18,39	16,3	7,45	10,37
Стеариновая	C18:0	–	2,3	1,22	2,06	5,13
Арахиновая	C20:0	–	сл.	0,76	0,67	0,45
Бегеновая	C22:0	–	–	0,23	0,36	0,22
Лигноцериновая	C24:0	–	–	0,06	0,03	0,15
Содержание НЖК, % от общего содержания жирных кислот			20,69	18,85	10,76	16,27
Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК)						
Пальмитолеиновая	C16:1	–	1,15	0,13	0,09	0,11
Олеиновая	C18:1	ω-9	13,79	15,36	21,86	33,42
Гондоиновая	C20:1	ω-9	сл.	0,05	0,56	0,3
Эруковая	C22:1	ω-9	–	–	0,12	0,06
Нервоновая	C24:1	ω-9	–	–	0,26	0,37
Содержание МНЖК, % от общего содержания жирных кислот			14,94	15,54	22,89	34,26
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК)						
Линолевая	C18:2	ω-6	60,92	59,37	63,85	48,76
γ-линоленовая	C18:3	ω-6	следы	0,08	0,06	0,03
α-линоленовая	C18:3	ω-3	3,45	5,76	2,05	0,56
Эйкозодиеновая	C20:2	ω-6	–	0,04	0,13	0,03
Арахидоновая	C20:4	ω-6	–	–	0,11	0,02
Докозодиеновая	C22:2	ω-6	–	0,1	0,09	0,03
Докозатриеновая	C22:3	–	–	0,26	0,06	0,04
Содержание ПНЖК, % от общего содержания жирных кислот			64,37	65,61	66,35	49,47

Таблица 2 – Сравнительное содержание насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в масле экструдированного зернового сырья

Объекты исследования	Фракции жирных кислот, % от общего содержания жирных кислот						ω-6/ω-3
	насыщен- ных	ненасыщенных					
		всего	МНЖК	ПНЖК	ω-3	ω-6	
Мука пшеничная первого сорта	20,69	79,31	14,94	64,37	3,45	60,92	18:01
Экструдат ячменя	18,85	81,15	15,54	65,61	5,76	59,59	10:01
Экструдат проса	10,76	89,24	22,89	66,35	2,05	64,24	31:01:00
Экструдат гречихи	16,27	83,73	34,26	49,47	0,56	48,87	87:01:00

Присутствующая в масле экструдата проса и экструдата гречихи полиненасыщенная арахидоновая кислота, наряду с линолевой и линоленовой, является важным физиологически необходимым ингредиентом для организма человека.

Для липидов зерновых экструдатов характерен более высокий уровень мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК), преимущественно олеиновой кислоты.

С увеличением содержания олеиновой кислоты в жирах повышается их усвояемость. Кроме того, олеиновая кислота ингибирует активность лецитиназы, участвующей в протекании гидролитических и окислительных процессов, приводящих к снижению сроков хранения готового продукта. В масле всех исследованных образцов зерновых экструдатов отмечали повышенное, в сравнении с маслом пшеничной муки, содержание олеиновой кислоты. Наибольшее содержание олеиновой кислоты обнаружено в масле экструдата гречихи (33,42 %) и проса (21,86 %). Содержание олеиновой кислоты в масле экструдата ячменя на 11,4 % выше, в масле муки пшеничной первого сорта.

Анализ жирнокислотного состава масла по содержанию линолевой и олеиновой кислот свидетельствует о том, что масло экструдата ячменя и экструдата гречихи можно отнести к группе подсыхающих растительных масел, а масло экструдата проса – к группе невысыхающих растительных масел.

Анализируя данные, приведенные в таблице 2, следует отметить высокий уровень суммы ненасыщенных жирных кислот в масле зерновых экструдатов. При этом уровень содержания все ненасыщенных жирных кислот в масле экструдата ячменя

и гречихи превышает аналогичный уровень в масле пшеничной муки незначительно – соответственно, на 1,84 и 4,42 %, в то время как в масле экструдата проса – на 9,93 %.

При анализе фракций жирных кислот масла (НЖК, МНЖК и ПНЖК) исследуемых объектов важным является соотношение ω -6 и ω -3. Рекомендуемое соотношение ω -6 и ω -3 жирных кислот в суточном рационе здорового человека составляет 10:1. Результаты исследования свидетельствуют о наиболее оптимальном соотношении указанных жирных кислот в масле экструдата ячменя (табл. 2). Соотношение ω -6 и ω -3 жирных кислот в нем составляет 10:1, тогда как в масле экструдата проса 31:1 и в масле экструдата гречихи 87:1.

Выводы

Результаты исследований жирнокислотного состава масла экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья свидетельствует об их высокой биологической эффективности, обусловленной содержанием функциональных ингредиентов – полиненасыщенных жирных кислот, в том числе α -линоленовой (семейство ω -3) и линолевой кислоты (семейство ω -6). Наиболее высокое содержание эссенциальных жирных кислот, таких как линоленовая (2,05 %), линолевая (63,85 %), олеиновая (21,86 %) обнаружено в масле экструдата проса.

Экструдаты, полученные из целого крахмалсодержащего зерна по инновационной технологии, могут быть использованы в качестве комплексного обогатителя пищевых продуктов функциональными ингредиентами.

Список литературы

1. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование/Под ред. А. Н. Богатырева, В. П. Юрьева. – М.: Ступень, 1994. – 200 с.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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. – № 30. – с. 70–76.
6. 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.
7. Курочкин, А. А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя/А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 12.
8. Крылова, В. Б. Научное обоснование и разработка технологии термопластической экструзии мясного и растительного сырья с целью расширения ассортимента мясопродуктов: автореф. ... д-ра техн. наук: 05.18.04/Крылова Валентина Борисовна. – М., 2006. – 46 с.
9. Степанов, В. И. Экструзионный метод переработки крахмалсодержащего сырья в биотехнологическом

- производстве/В. И. Степанов, Л. В. Римарева, В. В. Иванов//Хранение и переработка сельхозсырья. – 2002. № 8. С. 48–49.
10. 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.
 11. 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.
 12. Харченко, А. Н. Определение жирнокислотного состава растительных масел методом газожидкостной хроматографии//Масложировая промышленность, 1968. – № 12. – С. 12.
 13. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов/под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.

FATTY ACID COMPOSITION OF LIPIDS EXTRUDED GRAIN RAW MATERIAL

G. V. Shaburova, P. K. Voronina

The results of research-and-acidic lipid composition of extruded grains of barley, oats, millet and buckwheat, resulting in innovative technology. Comparative characteristic of biological effectiveness of extruded starchy crops.

Keywords: the extruded product, barley, millet, buckwheat, lipids, fatty acid composition.

References

1. Thermoplastic extrusion: scientific foundations, technology, equipment/Ed. AN Bogatyreva, VP St. George's. – M.: Step 1994. – 200 p.
2. Ostrikov, A. N. extrusion technology products/A. N. Ostrikov, G. A. Magomedov, N. M. Derkanosova, V. Vasilenko, O. V. Abramov, K. V. dress. – SPb.: Prospect of Science, 2007. – 202 p.
3. Kraus, S. Improvement of technology of extrusion processing of starch grain material: Author. dis. ...Dr. tehn. Sciences: 05.18.01/Kraus Sergey Viktorovich. – M., 2004. – 54 p.
4. Kurochkin, A. A., regulating the structure of the grain starch extrudates sy-Darya/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina//Proceedings of the Samara State-rural-agricultural academy. – 2013. – № 4. – P. 94–99.
5. Kurochkin, A. A. Modeling the process of obtaining extrudates based on new technological solutions-ray/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronin//Volga Niva. – 2014. – № 30. – P. 70–76.
6. Kurochkin, A. A. Theoretical and practical aspects of extrusion technology in the brewery-ing/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov//Volga Niva. – 2007. – № 1. – P. 20.
7. Kurochkin, A. A. amino acid composition of extruded barley/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova//Beer and beverages. – 2008. – № 4. – P. 12.
8. Krylova, V. B. Scientific substantiation and working out of thermoplastic extrusion of meat and vegetable raw materials with the aim of expanding the range of meat products: Author. ...Dr. tehn. Sciences: 05.18.04/Valentina B. Krylova. – M., 2006. – 46 p.
9. Stepanov, V. I. Extrusion method of processing starch raw material in the production of biotechnological/V. I. Stepanov, A. In Rimareva, V. V. Ivanov//Storage and processing of agricultural raw materials. – 2002. № 8. P. 48–49.
10. Shaburova, G. V. Prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and bread-liver/G. V. Shaburova, P. K. Voronin, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov//Proceedings of the Samara State Agricultural Academy, 2014. – № 4. – P. 79–83.
11. Shaburova, G. V. Extruded oats as a raw material for the enrichment of bread/G. V. Shaburova, P. K. Voronin N. N. Shmatkova//Food industry and agribusiness: achievements, problems, we perspectives. – A collection of articles 8th International Scientific and Practical Conference. Edited by V. A. Avrorov. – Penza, 2014. – P. 97–101.
12. Kharchenko, A. Determination of fatty acid composition of vegetable oils by gas-liquid chromatography//Fat prom-st, 1968. – № 12. – P. 12.
13. The chemical composition of foods. Vol. 2. References to the table of contents of amino acids, fatty acids, vitamins, macro and micronutrients, organic acids and carbohydrates/ed. IM Skurikhina, MN Volgareva. – M.: Agropromizdat, 1987. – 360 p.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 664.769

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ ТЕРМОВАКУУМНОЙ ОБРАБОТКИ ЭКСТРУДАТА

А. А. Курочкин

В работе представлены систематизированные данные по теоретическому обоснованию разработки экструдера для обработки сельскохозяйственного сырья, позволяющего наряду с экструдированием осуществлять термовакуумную сушку полученного продукта.

Ключевые слова: пористая структура, крахмал, влажность, экструдат, фильера матрицы, индекс расширения, термовакуумная сушка.

Введение

В зависимости от цели получения экструдатов механизм воздействия на сельскохозяйственное сырье может быть различным.

Если вырабатываемые экструдаты предполагается использовать как готовый продукт с заданными показателями качества, то параметры экструзионного процесса должны обеспечивать максимальную сохранность полезных свойств сырья с одновременным направленным воздействием на факторы, формирующие качество данного продукта.

При получении из сырья экструдатов-полуфабрикатов требования к их качественным показателям, как и в первом случае, сохраняются. Одновременно с этим некоторые полуфабрикаты требуют таких режимов экструзионной обработки, при которых эффективному воздействию подвергаются только отдельные составляющие сырья, например, белки, полисахариды или пищевые волокна.

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что пористая структура экструдатов, получаемых из растительного крахмалсодержащего сырья, предопределяет такие их свойства как набухаемость, водо- и жиростойкость, способность, растворимость, коэффициент расширения и др., которые в свою очередь влияют на текстуру и усвояемость продуктов. Эти свойства экструдатов в определяющей степени зависят от содержания крахмала в сырье и степени его изменений в процессе экструзии.

В свою очередь в трансформации крахмала экструзией определяющую роль играет подводимая к обрабатываемому сырью термическая и механическая энергия. Общее количество, а также соотношение этих видов энергии влияет практически на все значимые показатели получаемого продукта, в том числе и на их нежелательные изменения. Например, повышенная доза термического воздей-

ствия на экструдруемое сырье может привести к деструкции витаминов в биологических объектах, повышенной клейстеризации крахмала или денатурации белков в сырье растительного происхождения.

Что касается формирования пористой макроструктуры экструдатов, то на этот процесс определяющее влияние оказывает резкий сброс давления при выходе сырья из фильеры и «взрывное» испарение из него воды.

В связи с тем, что в вакууме вода испаряется при температуре, которая существенно ниже температуры парообразования при атмосферном давлении, необходимая интенсивность декомпрессионного воздействия на экструдруемое сырье может быть обеспечена за счет замены атмосферного давления, действующего на экструдат при выходе его из фильеры, на пониженное давление (вакуум) [1-5].

Целью работы являлось обоснование конструктивно-технологической схемы экструдера для термовакуумной обработки сельскохозяйственного сырья растительного происхождения.

Объекты и методы исследований

В экструдере, с помощью которого реализуется термовакуумное воздействие на обрабатываемое сырье, поставлена задача интенсификации экструзионного процесса путем частичной замены в нем термической составляющей на механическую.

Структурная схема функционирования экструдера с камерой для термовакуумной обработки получаемого экструдата приведена на рис. 1.

Анализ схемы показывает, что основными оценочными критериями работы экструдера являются обобщенные значения результирующих факторов дозирующего, прессующего и фильерного устройств (Y_1, Y_2, Y_3), которые ха-

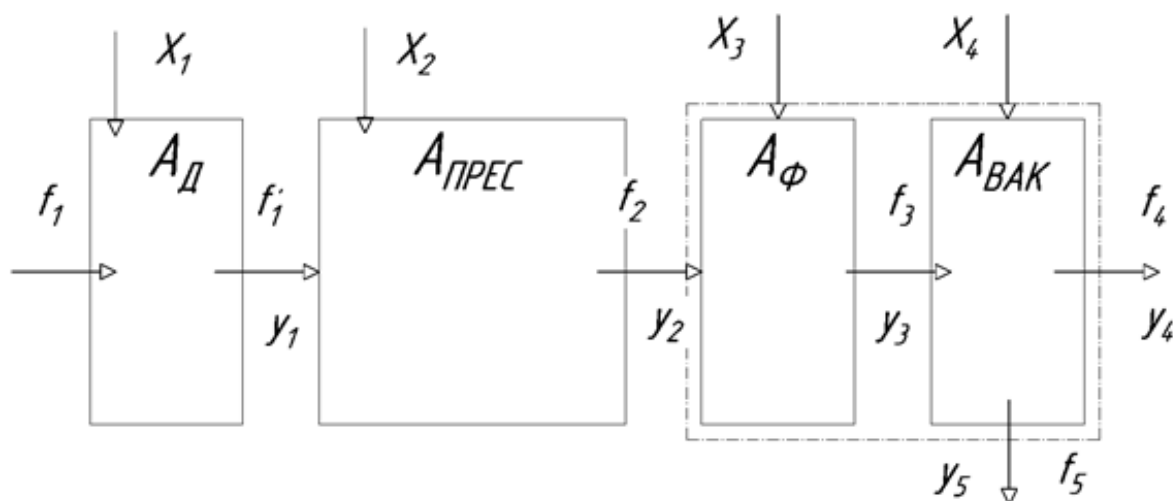


Рис. 1. Структурная схема функционирования экструдера:

A_D – дозирующее устройство экструдера, работающее в зоне загрузки; $A_{ПРЕС}$ – прессующее устройство экструдера, работающее в зоне прессования и гомогенизации; $A_Ф$ – фильерное устройство экструдера, работающее в зоне дозирования; $A_{ВАК}$ – вакуумное устройство экструдера, работающее в зоне термовакуумной сушки; $f_1, f_1^*, f_2, f_3, f_4, f_5$ – обобщённые показатели, характеризующие сырье, поступающее в зоны загрузки, прессования и гомогенизации, дозирования, термовакуумной сушки, а также влажного воздуха и готового продукта на выходе из вакуумной камеры экструдера; X_1, X_2, X_3, X_4 – обобщенные значения внутренних факторов соответственно дозирующего, прессующего, фильерного и вакуумного устройств экструдера; Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5 – обобщённые значения результирующих факторов дозирующего, прессующего, фильерного и вакуумного (отвода влажного воздуха и готового продукта) устройств экструдера

рактически характеризуют производительность экструдера (объемный расход экструдата в зонах функционирования перечисленных устройств), а также факторы, влияющие на качество готового продукта

(Y_4) и непрерывность рабочего процесса

модернизированного экструдера (Y_5).

Основными внешними воздействиями (входными факторами), оказывающими влияние на работу экструдера, являются обобщенные статистические показатели, характеризующие свойства сырья

и готового продукта (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5).

На значения оценочных критериев оказывают влияние внутренние факторы, обусловленные внутренней структурой и параметрами дозирующего, прессующего, фильерного и вакуумного устройств

экструдера – X_1, X_2, X_3, X_4 .

Конечной целью системного анализа является определение оптимальных, либо рациональных

значений факторов X_1, X_2, X_3, X_4 с целью дове-

дения показателя Y_4 до оптимального, а при невозможности – до рационального.

Многочисленные теоретические исследования и практический опыт эксплуатации одношнековых пресс-экструдеров показывают, что наилучшие результаты получаются при соблюдении следующего условия [6-8]:

$$Q_3 \geq Q_{пр} \geq Q_d, \quad (1)$$

где Q_3 – объемный расход экструдата в зоне загрузки;

$Q_{пр}$ – объемный расход экструдата в зоне прессования;

Q_d – объемный расход экструдата в зоне дозирования.

В этом случае работа пресс-экструдера протекает достаточно стабильно, а качество экструдата оказывается наилучшим.

Объемный расход экструдата в зоне загрузки пресс-экструдера может быть определен на основании зависимости [9]

$$Q_3 = \frac{(D-h)}{4} \cdot \omega \cdot \sin \alpha \cdot \pi \cdot D \cdot \frac{\cos \alpha \cos(\alpha + \phi)}{\cos \phi} \cdot h \cdot \rho \cdot \psi, \quad (2)$$

где D – диаметр шнека, м;

h – глубина канавки шнека, м;

ω – угловая скорость шнека, c^{-1} ;

α – угол наклона винтовой линии шнека, град;

ρ – плотность материала, $кг/м^3$;

ψ – коэффициент заполнения межвиткового объема шнека;

ϕ – угол трения, $\phi = \arctg f$.

Объемный расход экструдата в зоне прессования пресс-экструдера равен [10]:

$$Q_{np} = \frac{\pi^2 n R_1 \cdot (R_1 + R_2)(t - m)}{60} - \frac{2\pi n}{60} \cdot \frac{(R_2 - R_1)}{12} - \frac{\delta_{ш}^3 \cdot \pi^2 n R_1^2 \cdot 2\pi R_2}{12 \cdot 30 \cdot (R_2 - R_1)^2}, \quad (3)$$

где n – частота вращения шнека, c^{-1} ;

R_1 – радиус витка шнека, м (рис. 2);

R_2 – радиус корпуса экструдера, в котором расположен шнек, м;

t – шаг витка шнека, м;

m – средняя величина витка шнека, м.

$$m = \frac{a + b}{2};$$

$\delta_{ш}$ – высота щели канала между витком шнека и корпусом экструдера, м.

Формула (3) показывает, что объемный расход экструдата в зоне прессования одношнекового

пресс-экструдера зависит от параметров шнека, его рабочих режимов и физико-механических свойств обрабатываемого сырья.

Более детальный анализ приведенного выражения показывает, что производительность пресс-экструдера может быть увеличена за счет снижения интенсивности обратных потоков обрабатываемого сырья в зоне прессования, которые, в свою очередь, прямо пропорциональны разности давлений в начале и конце данной зоны.

Объемный расход экструдата в зоне дозирования ($м^3/с$) можно вычислить на основании выражения [11]:

$$Q_d = \frac{\pi R_\phi^4 \cdot (P_r - P_a) \cdot P_r Z_\phi}{8 \eta l_\phi}, \quad (4)$$

где R_ϕ – радиус фильеры, м;

P_r – давление, создаваемое экструдером перед матрицей, Па;

P_a – атмосферное давление, Па;

Z_ϕ – число фильер матрицы;

l_ϕ – длина канала фильеры, м;

η – кинематическая вязкость экструдата, Па·с;

V – средняя скорость истечения материала из фильеры, м/с.

Одной из особенностей экструзионной технологии является то, что обычно получаемый продукт имеет повышенную влажность и не храниться без дополнительного обезвоживания. Экструдер с вакуумной камерой позволяет отказаться от этой технологической операции за счет совмещения процесса получения экструдата с его термовакuumной сушкой.

Как известно, процесс сушки гетерогенных материалов состоит из нескольких этапов (периодов).

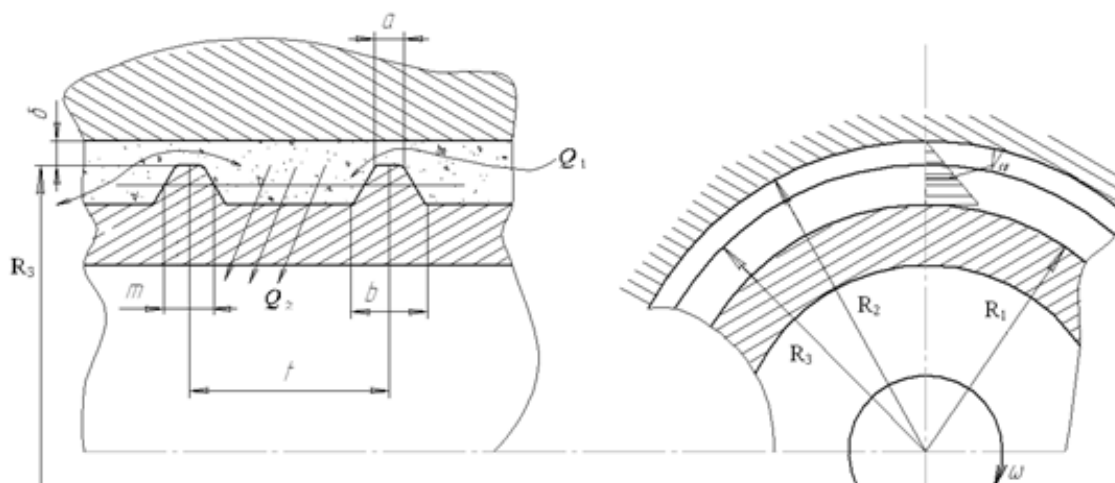


Рис. 2. Схема движения экструдата в зазоре между корпусом экструдера и шнеком

Первый из них характеризуется наиболее интенсивным изменением влагосодержания по времени обработки. В процессе этого этапа влага, испаряющаяся с поверхности высушиваемого материала, непрерывно заменяется новой, поступающей из внутренних слоев. Перемещение влаги внутри материала происходит по закону, описываемому в общем виде системой следующих уравнений [12, 13]:

$$\begin{aligned}\frac{\partial U}{\partial \tau} &= K_{11} \nabla^2 U + K_{12} \nabla^2 T + K_{13} \nabla^2 P, \\ \frac{\partial T}{\partial \tau} &= K_{21} \nabla^2 U + K_{22} \nabla^2 T + K_{23} \nabla^2 P, \\ \frac{\partial P}{\partial \tau} &= K_{31} \nabla^2 U + K_{32} \nabla^2 T + K_{33} \nabla^2 P.\end{aligned}\quad (5)$$

Уравнения (5) показывают, что интенсификация процесса сушки связана с ускорением процессов тепло- и массообмена в высушиваемом материале. Перемещение влаги из внутренних областей материала к его поверхности зависит от коэффициентов диффузии влаги, термодиффузии и

молярного переноса – K_{ij} ($i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3$); градиентов влажности, температуры и давления –

$\nabla U, \nabla P, \nabla T$.

Обоснование оптимальных размеров вакуумной камеры, а также подбор вакуумного насоса при заданной его производительности, является весьма важной задачей.

Предположим, что при проектируемой производительности экструдера в вакуумной камере необходимо удалить некоторый объем водяных паров при соответствующей температуре. Объем этих паров зависит от содержания влаги в сырье и готовом экструдате.

Для условий установившегося (стационарно-го) режима и малых изменений плотности водяного пара необходимая скорость воздушного потока в вакуумной камере экструдера определяется уравнением [14].

$$V = \frac{\dot{\omega}}{S}, \quad (6)$$

где $\dot{\omega}$ – скорость откачки паров из камеры, см³/с;

S – площадь вакуумной камеры, см²;

Время выхода вакуумной системы экструдера на стационарный режим работы можно определить из выражения:

Список литературы

1. 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.
2. Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового

$$t_p = \frac{\Omega}{\dot{\omega}}, \quad (7)$$

где Ω – объем вакуумной камеры экструдера, см³.

Учитывая, что полученное по формуле (6) время, по существу определяет период заполнения вакуумной камеры, условие эффективного функционирования вакуумной системы в разрабатываемой конструктивно-технологической схеме экструдера можно записать как

$$t_p \ll T_H, \quad (8)$$

где T_H – время (интервал) работы вакуумного насоса [14].

Результаты и их обсуждение

Таким образом, скорость термовakuумной суши-ки определяется условием равновесия между количеством влаги, испаряемой с поверхности продукта и объемом водяных паров, отводимых от поверхности продукта посредством вакуумного насоса.

На основании приведенных в работе зависимостей и анализа результатов теоретических исследований термовakuумной суши-ки, можно сделать следующие выводы:

1. Принцип работы экструдера, при котором перерабатываемое сырье из области высокого давления в тракте машины (2,0-2,7 МПа) поступает в вакуумную камеру экструдера с давлением 0,02...0,09 МПа, позволяет значительно интенсифицировать процесс экструзии без увеличения его температурного режима.

2. Интенсификация процесса сушки полученных экструдатов связана с увеличением разности давлений насыщенного пара у поверхности испарения и парциального давления в окружающей среде – ∇P . Иными словами, с понижением давления в вакуумной камере экструдера процесс удаления влаги из экструдата значительно ускоряется.

3. Интенсивность удаления влаги из частиц экструдата зависит от площади их поверхности и температурного режима экструзионного процесса.

4. Основной характеристикой рассматриваемого процесса является скорость сушки, которая определяется условием равновесия между количеством влаги, испаряемой с поверхности продукта и объемом водяных паров, отводимых от поверхности продукта посредством вакуумного насоса.

- сырья/А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94–99.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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. – С. 91–94.
11. Перов, А. А. Термодинамическая обработка комбикормов в экспантрудере/А. А. Перов//Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 9. – С. 9.
12. Лыков, А. В. Тепломассообмен/А. В. Лыков. – М.: Энергия, 1972. – 309 с.
13. Кутовой, В. А. Системный подход к решению термовакuumных процессов сушки гетерогенных материалов/В. А. Кутовой//Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 8 (66), Т. 6. – С. 40–44.
14. Слезов, В. В. К теории термовакuumной сушки/В. В. Слезов, В. А. Кутовой, Л. И. Николайчук//Вопросы атомной науки и техники. Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники. – 2003. – № 13. – С. 7–13.

A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF THE EXTRUDER FOR THERMAL PROCESSING OF THE EXTRUDATE

А. А. Kurochkin

The paper presents a systematic data on the theoretical rationale for the development of the extruder for processing of agricultural raw materials, along with allowing the extrusion to perform thermal vacuum drying the obtained product.

Keywords: the porous structure, starch, moisture, extrudate extrusion, draw plate matrix, the index of expansion, thermal

References

1. Kurochkin, A.A. Regulating the structure of the extrudates herbal/A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina//Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2013. – № 4. – P. 94–99.
2. Kurochkin, A.A. Regulation of functional and technological properties of the extrudates herbal/A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina//Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2012. – № 4. – P. 86–91.
3. Kurochkin, A.A. Modeling of the process of obtaining extrudates based on the new technological solutions/A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina//Niva Volga region. – 2014. № 1. – P. 30–35.

4. Kurochkin, A.A. 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 Academy of Agriculture.– 2014. № 4. – P. 70–74.
5. Kurochkin, A.A. Obtain extrudates starch-containing grain feedstock with a given porosity/A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov//XXI century: results and problems of this plus.– 2014.– № 06 (22).– P. 109–104.
6. Kurochkin, A.A. Theoretical and practical aspects of extrusion technology in brewing/A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov//Niva Volga region.– 2007.– № 1.– P. 20–24.
7. Kurochkin, A.A. Justification of rational parameters of the screw press of the extruder in the download area/A.A. Kurochkin, V. V. Novikov//XXI century: results and problems of this plus.– 2013.– № 06 (10).– P. 123–127.
8. Kurochkin, A.A. Methodological aspects of theoretical research press extruders for the processing of starch-containing vegetable raw materials/A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov, S. V. Denisov//XXI century: results and problems of this plus.– 2013.– № 06 (10).– P. 46–55.
9. Denisov, S. V. Determining bandwidth loading zone press extruder/S. V. Denisov, V. V. Novikov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova//Bulletin of the Altai state agrarian University.– 2009.– № 12.– P. 73–76.
10. Novikov, V. V. Determination of the volume flow rate of the extrudate to nip a single-screw extruder/V. V. Novikov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, N. A. Kharybina, D. N. Aziatkin//Bulletin of the Altai State Agrarian University.– 2011.– № 1.– P. 91–94.
11. Perov, A. A. Thermodynamic treatment of feed in the former pantrudere/A.A. Perov.//Mechanization and Electrification of Agriculture.– 2003.– № 9.– P. 9.
12. Lykov, A. V. Heat and Mass Transfer/A. V. Lykov.– M.: Energy, 1972.– 309 p.
13. Kutovojs, V.A. A systematic approach to solving the thermal vacuum drying processes of heterogeneous materials/V.A. Kutovojs//East European Journal of advanced technologies.– 2013.– № 8 (66), V.6.– P. 40–44.
14. Tears, V. V. On the theory of thermal vacuum drying/V. V. Tears, V. A. Kutovojs, L. I. Nikolaichuk//Problems of Atomic Science and Technology. Series: Vacuum, clean materials, superconductors.– 2003.– № 13.– P. 7–13

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СУШИЛКИ КИПАЮЩЕГО СЛОЯ

А. Б. Терентьев, К. Ю. Мокроусова, С. В. Чекайкин

Статья посвящена рассмотрению тепловых процессов, протекающих в сушилках «кипящего слоя», которые работают на дешевом и доступном топливе – биогазе и попутном газе.

Ключевые слова: зерносушилка, биогаз, попутный газ, горение, тепловой баланс, энергоэффективность.

Введение

Одним из наиболее эффективных способов сушки зерна и других сыпучих сельскохозяйственных продуктов является сушка в восходящем потоке нагретых газов, образующем «кипящий слой» материала.

В качестве нагретых газов в основном используется горячий воздух, высокая температура которого обеспечивается применением различных нагревательных устройств. Работа этих устройств требует значительных затрат различных видов энергии. В настоящее время известна конструкция энергоэффективной зерносушилки [1, 2], которая обеспечивает формирование восходящего потока горячих газов за счет перепада температур на входе и выходе установки, а также благодаря особенностям ее конструкции.

Целью работы является анализ работы зерносушилки.

В данной статье исследуется устройство сушилки кипящего слоя и энергоэффективность ее работы. Для оценки энергоэффективности аппарата, произведен тепловой расчет протекающих процессов.

Работа сушилки зависит от внешних условий – температуры окружающего воздуха, наличия солнечной радиации и т.д. Свести к минимуму такую зависимость и обеспечить полную автономность работы сушилки может применение в качестве сушильного агента высоконагретых продуктов горения либо биогаза, либо попутного газа. Запас таких источников тепловой энергии практически неисчерпаем, весьма доступен, и их использование не влечет за собой больших экономических затрат [2].

На рис. 1 представлена схема установки для сушки зерна и других сыпучих материалов, работающей на сжигании биогаза (попутного газа).

Установка «кипящего слоя» предназначена для сушки твердых сыпучих материалов в восходящем нагретом потоке газов, температура и скорость которого зависит от степени нагрева и расхода продуктов горения биогаза или попутного нефтяного газа, образующихся на входе в сопловые блоки при работе горелок.

Установка содержит следующие основные узлы и детали:

сопловой блок из шести одинаковых секций 1 прямоугольного переменного сечения, суживающихся к центру;

конусоидальная башня, состоящая из нижнего конуса 2 и сопрягаемого верхнего конуса 3, в которой размещены решетка 5, устройства загрузки и выгрузки материала 6, 7;

система генерации высоконагретых газообразных продуктов горения биогаза (попутного газа), включающая баллон с биогазом (попутным газом) 8, горелки 4 и газопроводы.

Установка работает следующим образом. Влажный материал через устройство загрузки 7 (в верхнем положении) подается на решетку 5. Конструкции соплового блока, нижнего и верхнего конусов способствует созданию естественной тяги при определенном перепаде температур на входе в сопловой блок 1 и выходе из верхнего конуса 3. Однако параметры воздушного потока сильно зави-

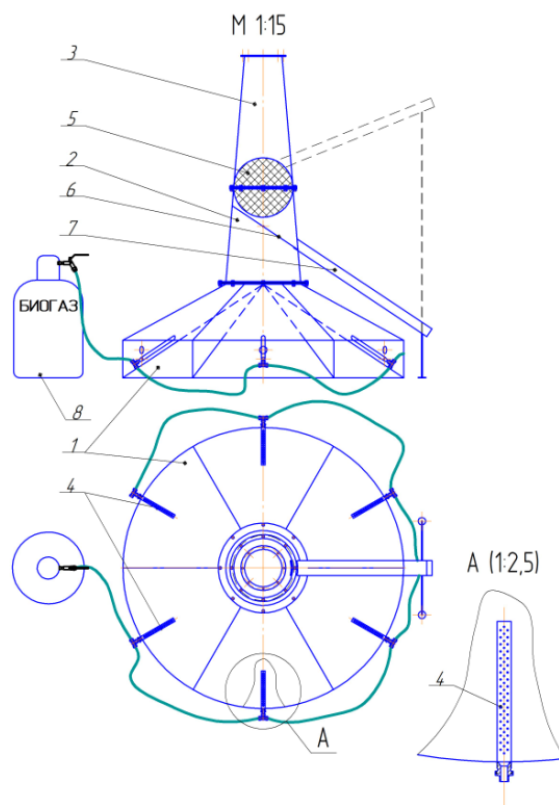


Рис. 1. Установка кипящего слоя

сят от внешних погодных условий. Этот недостаток устраняется применением биогаза или природного газа в качестве источников энергии для обеспечения необходимого режима сушки.

Биогаз (попутный газ) по газопроводам поступает в горелки 4, где происходит его сжигание. Образующиеся высокотемпературные газообразные продукты горения, смешиваясь с воздухом, создают значительный перепад температур на входе в сопловой блок 1 и выходе из верхнего конуса 3. Необходимые температура сушки и скорость газового потока, обеспечивающая псевдоожижение материала, регулируются расходом биогаза (попутного газа) в горелках.

По окончании сушки решетка 5 складывается и материал ссыпается на решетку 6, к концу суши принимающую наклонное положение по углом 45°. Материал перемещается в псевдоожиженном состоянии по решетке 6 и выгружается по лотку 7.

Объекты и методы исследований

Для анализа энергоэффективности работы сушилки был проведен тепловой расчет процессов, протекающих в установке, при сушке зерна. Тепловой баланс составлен из расчета прихода и расхода теплоты.

Приход теплоты складывается из значений:

- 1) физической теплоты топлива;
- 2) теплоты, вносимой топливом при его сжигании;
- 3) теплоты, вносимой атмосферным воздухом;
- 4) теплоты, вносимой атмосферным воздухом, смешиваемым с продуктами горения топлива;
- 5) теплоты, вносимой влагой материала;
- 6) теплоты, вносимой материалом [3,4].

Значения перечисленных параметров рассчитаны по следующим формулам:

1. Физическая теплота топлива:

$$Q_m = B \cdot c_m \cdot t_m = 1,2 \text{ кВт}$$

где B – расход сжигаемого топлива, кг/с;

c_m – удельная теплоемкость топлива, кДж/кг·°С;
 t_m – начальная температура топлива, °С.

2. Теплота, вносимая топливом при его сжигании:

$$Q_m^{сж} = B Q_H^p = 2501 \text{ кВт}$$

где Q_H^p – теплота, выделяющаяся при сжигании 1 кг топлива.

3. Теплота, вносимая атмосферным воздухом:

$$Q_B = \alpha_0 L_0 B c_B t_0 = 116 \text{ кВт}$$

где α_0 – количество избытка воздуха;

L_0 – теоретическое количество сухого воздуха, затрачиваемое на сжигание 1 кг топлива, кг/кг;

c_B – удельная теплоемкость воздуха при начальной температуре t_0 , кДж/(кг·°С);

4. Теплота, вносимая атмосферным воздухом, смешиваемым с продуктами горения топлива:

$$Q_B^{CM} = I_0 L_{CG}^{CM} B = 203 \text{ кВт}$$

где I_0 – теплосодержание атмосферного воздуха, кДж/кг;

L_{CG}^{CM} – общая удельная масса сухих газов, получаемая при сжигании 1 кг топлива и разбавлении газов воздухом, кг/кг.

5. Теплота, вносимая влагой материала:

$$Q_{BL} = W c_{BL} t_M^H,$$

где W – количество влаги, удаляемой в процессе сушки, кг/с;

c_{BL} – удельная теплоемкость влаги при начальной температуре, кДж/кг;

t_M^H – начальная температура материала, °С;

6. Теплота, вносимая материалом:

$$Q_{M1} = G_2 c_M t_M^H = 16 \text{ кВт},$$

где G_2 – производительность по высушенному материалу, кг/с;

Расход теплоты определяется:

- 1) количеством тепла, уносимым продуктами горения;
- 2) количеством тепла, уходящим с сухим материалом;
- 3) потерями тепла в сопловых блоках;
- 4) потерями тепла в окружающую среду.

Значения этих теплот рассчитаны следующим образом:

1. Тепло, уносимое продуктами горения:

$$Q_{2CM} = L_{CG}^{CM} I_2 B = 2433 \text{ кВт},$$

где I_2 – теплосодержание дымовых газов, кДж/кг.

2. Тепло, уходящее с сухим материалом:

$$Q_{M2} = G_2 C_M t_M^K = 72 \text{ кВт},$$

где C_M – теплоемкость влажного материала на выходе из сушилки, кДж/(кг·°С);

t_M^K – конечная температура материала, °С.

3. Потери тепла в сопловых блоках:

$$Q_{POT}^m = B Q_H^p (1 - \eta_m) = 124 \text{ кВт},$$

где η_m – термический к.п.д.

4. Потери тепла в окружающую среду:

$$Q_{POT}^{OKR} = q_{POT} W = 29 \text{ кВт},$$

где q_{POT} – удельный тепловой поток, кДж/кг.

Результаты теплового расчета сведены в табл. 1.

Таблица 1-Тепловой баланс процесса сушки

Приход	кВт	%	Расход	кВт	%
Физическая теплота топлива	1,2	0,05	Тепло, уносимое продуктами горения	2433	84,7
Теплота, вносимая топливом при его сжигании	2501	87,1	Тепло, уходящее с сухим материалом	72	2,6
Теплота, вносимая атмосферным воздухом	116	4	Потери тепла в сопловых блоках	124	4,3
Теплота, вносимая атмосферным воздухом, смешиваемым с продуктами горения топлива	203	7	Потери тепла в окружающую среду	29	1
Теплота, вносимая влагой материала	34	1,2			
Теплота, вносимая материалом	16	0,56			
			Невязка прихода с расходом	213,2	7,4
Итого:	2871,2	100	Итого:	2871,2	100

Результаты и их обсуждение

Результаты расчета теплового баланса зерносушилки «кипящего слоя» показывают:

1) сушка зерна в рассматриваемых условиях на 50...60% эффективнее по расходу тепла традиционных способов сушки [3,4];

2) для обеспечения работы зерносушилки применяются дешевые и доступные источники тепла – биогаз и попутный газ.

Выводы

Проанализировав полученные результаты, необходимо заметить, что сушилка «кипящего слоя» является экологически безопасным, энергоэффективным, инновационным аппаратом, предназначенным для сушки зерна, фруктов, сахара и аналогичных сыпучих продуктов. Аппарат адаптирован к условиям средней полосы России, в частности Пензенского региона.

Список литературы

1. Терентьев А. Б., Голощапов В. М., Баклин А. А. Автономная энергоэффективная установка для сушки зерна сыпучих материалов.//Патент RU № 2440543 04.06.2010 г.
2. Автономная зерносушилка на альтернативных источниках энергии/А. А. Баклин, В. М. Голощапов, А. Б. Терентьев//Аграрный вестник Урала. – 2011. – N 6. – С. 40–42
3. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств/А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, А. С. Гордеев, А. И. Завражнов. – М.: КолосС, 2007. – 591 с.: ил.

ANALYSIS OF ENERGY WORK DRYER FLUIDIZED BED

A.B. Terentev, K.Y. Mokrousova, S.V. Chekaykin

The article considers the thermal processes occurring in the dryer «fluidized layer» that run on cheap and affordable fuel - biogas and associated gas.

Keywords: grain dryer, biogas, passing gas, combustion, heat balance, energy efficiency.

References

1. Terentev A. B., Goloshchapov V. M., Bucklin A. A. Autonomous energy-efficient system for drying grain bulk materials.//Patent RU № 2440543 04.06.2010.
2. Autonomous grain dryer on alternative energy sources/A. A. Bucklin, V. M. Goloshchapov, A. B. Terentev//Agrarian bulletin of the Urals. – 2011. – N 6. – P. 40–42
3. Equipment and automation of processing industries/A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, A. Gordeev, A. I. Zavrzhnov. – M.: KolosS, 2007. – 591 p.: ill.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ ЗЕРНА В ВАЛЬЦОВЫХ ДРОБИЛКАХ

О. Н. Пчелинцева, Д. И. Фролов

В данной работе рассмотрен процесс измельчения зерна замкнутого цикла на вальцовых дробилках. Определены оптимальные сочетания величин межвальцового зазора и удельной нагрузки, обеспечивающие наибольшую величину извлечения на основе однофакторного эксперимента.

Ключевые слова: помол, степень измельчения, дробилка, зазор, сито.

Введение

В современных экономических условиях при насыщенности рынка и постоянно прогрессирующей конкуренции основным направлением при производстве продуктов питания является создание новых ресурсосберегающих технологий и технических средств реализующих интенсивные экономические процессы. Одним из решающих условий ускорения роста темпов производства продукции, повышения ее качества и снижения себестоимости.

Помол зерна состоит из двух операций: собственно помола зерна и просеивания продуктов помола. Помолы могут быть разовыми и повторительными.

Разовый помол осуществляется за один прием. При этом зерно измельчается в муку полностью вместе с оболочками. Такая мука отличается низким качеством, имеет темный цвет и неоднородна по размеру частиц. Чтобы улучшить качество муки разового помола, из нее путем просеивания отбирают некоторое количество крупных оболочек (отрубей). Разовые помолы применяют достаточно редко. Осуществляют их на молотковых дробилках.

Повторительные помолы более совершенны. Зерно измельчается в муку путем многократного прохождения через измельчающие машины, которые называются вальцовыми станками. После каждого измельчения полученные продукты сортируют по крупности в просеивающих машинах, которые называются ситами [1].

Простой повторительный помол включает один драной процесс либо драной и сокращенный размольный. Он осуществляется следующим образом: зерно последовательно измельчают на нескольких (3-4) вальцовых станках. После каждого станка смесь просеивают и отбирают муку в виде прохода с нижнего сита. Более крупные сходы с сит направляют на следующую пару вальцов. Эту операцию проводят до тех пор, пока все частицы не превратятся в муку. Муку со всех сходов объединяют, проводят контрольное просеивание и получают муку одного сорта. При обойном помоле выход ржаной муки составляет 95%, количество отобранных отрубей 2%, а выход пшеничной муки - 96% при выходе отрубей - 1% [2].

По характеру применяемых усилий при измельчении различают раздавливание (сжатие), разрыв, срез (сдвиг), истирание, удар, раскалывание. Способ воздействия определяется физическими характеристиками измельчаемого материала и необходимой степенью измельчения, под которой чаще всего понимают отношение средних размеров частиц до и после измельчения. Применяют и другие показатели степени измельчения: количество прохода материала через сито с определенным размером отверстий и пр. По степени измельчения различают крупный, средний, мелкий тонкий и коллоидный помолы. Измельчение проводят по открытому или закрытому циклу. При замкнутом цикле после деления на сите более крупная фракция снова поступает на мельницу, а мелкая идет в дальнейшую переработку. Замкнутый цикл осуществляют в одной установке (машине) либо при многократном последовательном измельчении и разделении продуктов. Для измельчения применяют щековые конусные, вальцовые и ударные дробилки, шаровые, стержневые, вибрационные и другие мельницы [3].

При моделировании замкнутых схем измельчения необходимо рассматривать процессы измельчения и сепарирования одновременно. Основными параметрами, характеризующими процессы измельчения, являются количество подаваемого продукта, физические либо иные свойства исходного продукта, засор между рабочими органами, скорости рабочих органов и, их отношение либо относительная скорость. Кроме перечисленных параметров, которыми можно управлять, входными также могут быть геометрическая форма рабочих органов состояние поверхности свойства окружающей среды и особенности технологической схемы [4].

Выходными параметрами являются количество измельченного продукта, степень измельчения, технологическая либо экономическая эффективность процесса измельчения. Характеризовать процесс измельчения можно также формой, размерами, структурой, состоянием поверхности измельченных частиц и пр. Выходными параметрами процесса измельчения могут быть также показатели работы и эксплуатации измельчающих установок, усилия на отдельные узлы машины, износ поверхностей и т. п. В замкнутых схемах эти характеристики следу-

ет дополнять величиной рециркулирующего потока, и параметрами рабочих органов разделяющих устройств.

Теоретические представления о процессах измельчения позволяют установить качественные зависимости расхода энергии и выхода отдельных фракций измельченного продукта от степени измельчения. Некоторые количественные характеристики устанавливают на основании анализа материальных и энергетических потоков. Поэтому математические описания процессов измельчения основаны в основном на экспериментальных данных.

Целью работы является обоснование оптимальных параметров процесса дробления зерна на вальцовых дробилках по замкнутому циклу.

Объект и методы исследования

Степень измельчения продукта в вальцовой дробилке зависит от значительного числа количественных и качественных факторов, определяющих режим измельчения и свойства выходного продукта, и является основным показателем качества процесса. Наибольшее влияние на измельчение оказывают удельная нагрузка продукта на единицу длины вальцов в единицу времени q , зазор между рабочими поверхностями вальцов δ , окружные скорости быстрого и медленного вальцов и состояние поверхности вальцов, свойства измельчаемого продукта и т.п. [5].

Поставим задачу определения сочетаний величин межвальцового зазора δ и удельной нагрузки q , обеспечивающих наибольшую величину извлечения (проход через сито определенного размера) на вальцовой дробилке при прочих постоянных значениях факторов. Если δ и q представить двумя взаимно перпендикулярными осями, то значения N можно откладывать на перпендикулярной третьей оси. Тогда в факторном пространстве получим геометрическое место точек значений извлечений при различных комбинациях δ и q , т. е. поверхность отклика. При этом решение поставленной задачи сводится к отысканию на поверхности отклика такой точки, для которой значение N будет иметь наибольшее значение.

План экстремального эксперимента предполагает выбор на поверхности отклика начальной точки, положение которой находится, возможно, ближе к точке экстремума. Поскольку исследуется только определенная область факторного пространства, ограниченная предельными практически возможными значениями выбранных факторов δ , то искомым экстремум может быть безусловным и условным. Затем проводится серия опытов при значениях факторов δ и q , соответствующих начальной точке, и измеряется значение N . После этого исследуют поверхность отклика вокруг начальной точки путем проведения опытов при уменьшении и увеличении значений влияющих факторов на величину

заранее обоснованного шага. Выбор центра плана и шага являются наименее формализованными этапами составления модели.

Результаты и их обсуждение

В результате обработки методами наименьших квадратов или средних получаем уравнения регрессии, по коэффициентам которых определяет на поверхности отклик в выбранной точке направление наибольшего ее ската. В дальнейшем по методу «крутого восхождения» на поверхности отклика в направлении ее наибольшего подъема выбираем новую точку и в ее окрестности повторяем исследование поверхности. Поочередное проведение экспериментов повторяем до тех пор, пока не будет достигнуто наибольшее значение извлечения. Такую схему планирования можно применять для каждого из выбранных факторов в отдельности, т. е. если одни из факторов подвергаются изменению, то остальные поддерживаются постоянными на заранее обоснованных уровнях.

Для определения числа повторностей изменений, обеспечивающих достоверность результатов, необходимо поставить предварительную серию опытов. Приняв ориентировочно число изменений в предварительной серии $n_0 = 10$ и произведя десять помолов (опытов) при $\delta = 0,48$ мм и $q = 40$ кг/(см · ч), получим вариационный ряд 64, 60, 63, 59, 61, 64, 63, 56, 63, 62, каждый член которого представляет значение N , измеренное с точностью, не превышающей предельного отклонения $\epsilon = 1$.

Из полученного ряда построим ранжированный ряд 56, 59, 60, 61, 62, 63, 63, 63, 63, 64, 64 и проверим наличие в нем аномальных значений. Для этого вычислим среднее значение $x_{cp} = 61,5$ и среднее квадратическое отклонение $\sigma = 2,506$. Далее, вычислив для первого x_1 и последнего x_{10} членов ряда значения коэффициентов.

$$\beta = \frac{x_{cp} - x_1}{\sigma} = \frac{61,5 - 56}{2,506} = 2,18;$$

$$\beta_{10} = \frac{x_{10} - x_{cp}}{\sigma} = \frac{64 - 61,5}{2,506} = 0,99;$$

и сравним их с табличным значением

$\beta_{\alpha-n} = 2,03$, полученным при уровне значимости $\alpha = 0,1$ (доверительной вероятности $p = 0,9$) и числе

опытов $n = 10$, установим $\beta > \beta_{\alpha-n}$ и $\beta_{10} < \beta_{\alpha-n}$. Следовательно, первый член ряда является аномальным и его нужно исключить. После этого проверим на аномальность второй член ряда, для которого коэффициент β 2 составит:

$$\beta_2 = \frac{x_2 - x_{cp}}{\sigma} = \frac{61,5 - 59}{2,506} = 0,99;$$

Таким образом, второй член ряда с выбранной

доверительной вероятностью $p=0,9$ принадлежит рассматриваемому ряду, который перепишем в виде 59, 60, 61, 62, 63, 63, 63, 64, 64.

Для нового ряда из $n_1 = 9$ членов вычислим среднее значение $x_{cp} = 62,1$, среднее квадратическое отклонение $\sigma = 1,76$ и определим с учетом критерия Стьюдента $t_{\alpha-n} = 1,86$ (для $n_1=9$ и $\alpha=0,1$) минимально необходимое число опытов:

$$n_{min} = \frac{t_{\alpha-n}^2 \times \sigma^2}{\varepsilon^2} = \frac{(1,86)^2 \times (1,76)^2}{1^2} = 10,78;$$

Так как расчетное число опытов $n_{min} = 11$ и превышает действительное $n_1=9$, то необходимо провести дополнительно несколько опытов. Выполнив еще один помол, полученное значение $N = 61$ включим в ранжированный вариационный ряд 59, 60, 61, 61, 62, 63, 63, 63, 64, 64.

Среднее значение этого ряда из $n = 10$, рассчитанное с учетом дополнительного опыта, будет $x_{cp} = 62$ и среднее квадратическое отклонение $\sigma = 1,67$. Тогда расчетное число опытов составит при $t_{\alpha-n} = 1,83$

$$n_p = \frac{(1,83)^2 \times (-1,67)^2}{1^2} = 9,31 \approx 10;$$

Поскольку расчетное число повторения опытов меньше действительного, то полученные результаты можно считать достоверными с доверительной вероятностью $p = 0,9$ при $\sigma = 0,48$ мм и $q = 40$ кг/(см · ч) среднее значение извлечения $N = 62$.

При однофакторном эксперименте выбираем шаг варьирования величины удельной подачи $\lambda = 10$ кг/(см · ч). Проведя эксперимент при $q = 30$ кг/(см · ч) и $q = 50$ кг/(см · ч) и выполнив соответствующую обработку результатов, получим ряд зависимости:

$$\begin{array}{l} N \text{ от } q \\ q \text{ 30 40 50;} \\ N \text{ 59 62 63.} \end{array}$$

Предполагая, что на данном участке зависимость может быть аппроксимирована прямой $N = b_0 + b_{1q}$

составим систему уравнений

$$\begin{array}{l} b_0 + 30b_1 = 59; \\ b_0 + 50b_1 = 63. \end{array}$$

решив которую, получим значения коэффициентов $b_0 = 53$ и $b_1 = 0,2$. Тогда зависимость в общем виде будет представлена выражением

$$N = 53 + 0,2q.$$

Наибольшее отклонение расчетов значения $N = 61$ от действительного $N = 62$ не превышает 1,7 %.

Так как в полученной зависимости значение углового коэффициента b_1 при q имеет положительный знак, то увеличение извлечения возможно только при увеличении нагрузки.

Изменяя значение нагрузки на величину выбранного шага, проведем еще две серии опытов при $q = 60$ кг/(см · ч) и $q = 70$ кг/(см · ч), тогда зависимость извлечения от нагрузки следующая:

$$\begin{array}{l} q \text{ 30 40 50 60 70;} \\ N \text{ 59 62 63 65 61.} \end{array}$$

Выводы

Анализ показывает, что увеличение извлечения наблюдается только при увеличении удельной нагрузки до значения $q = 60$ кг/(см · ч), которое ориентировочно можно принять за наиболее рациональную нагрузку. Чтобы определить точно значение нагрузки, исследуем зависимость $N = f(q)$ в области точки с $q = 60$ кг/(см · ч), уменьшив шаг варьирования.

Однако полученное оптимальное значение q действительно только при $\sigma = 0,48$ мм. Определение зависимости $N = f(\sigma)$ требует при однофакторном эксперименте постановки также значительного количества опытов. Полученный результат при оптимальном значении зазора будет действительным только при среднем значении нагрузки.

Список литературы

1. Черепанов Т. П. Механика хрупкого разрушения. М.: Наука, 2007. 640 с.
2. Вердиян М. А. Анализ технологических схем измельчения/М. А. Вердиян, В. В. Кафаров, В. Л. Петров и др.//Цемент.- 2005.- № 4.- С. 15–17.
3. Кафров В. В. «Математические модели структуры потока материала в мельницах». -М., КолосС, 2008.
4. Остапчук Н. В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Высш. шк., – 1991. – 367 с.
5. Линч, А. Цикл дробления и измельчения: моделирование, оптимизация, проектирование/А. Линч. – М.: Недра, 2001. – 456 с.

DETERMINATION OF OPTIMUM PROCESS PARAMETERS CEREAL ON A ROLLER CRUSHER

O. N. Pchelintseva, D. I. Frolov

In this paper we consider the process of grain refinement on the closed-loop roller crushers. The optimal combination of variables between the roller gap and the specific load, providing the greatest value extraction on the basis of single-factor experiment.

Keywords: grinding, crushing ratio, crusher, gap, sieve.

References

1. Cherepanov T. P. Mechanics of brittle fracture. M.: Nauka, 2007.-640 p.
2. Verdiyan M. A. Analysis of technological schemes grinding/M. A. Verdiyan, V. V. Kafarov, V. L. Petrov et al.//Tsement.- 2005. – № 4. – S.15–17.
3. V. V. Kafr «Mathematical models of the structure of the material flow in the mill.» -M., Colossus, 2008.
4. Ostapchuk N. V. Fundamentals of mathematical modeling of processes of food production: Proc. allowance. – 2nd ed., Rev. and add. – K.: Vyssh. shk., – 1991. – 367 p.
5. Lynch, A. crushing and grinding cycle: modeling, optimization, design/A. Lynch. – M.: Nedra, 2001. – 456 p.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.352.99

АНАЛИЗ РАБОТЫ БОТВОУДАЛЯЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА С ОПТИМИЗАЦИЕЙ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ВНУТРИ КОЖУХА

Д. И. Фролов

В работе представлен анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа. Построена математическая модель работы ботвоудаляющего рабочего органа с определенными допущениями. Определены траектории движения, скорость, относительное давление воздушного потока внутри кожуха. Получены оптимальные конструктивные и режимные параметры ботвоудаляющего рабочего органа и оптимизирован воздушный поток внутри кожуха для повышения качества уборки листостебельной массы.

Ключевые слова: ботвоудаляющий орган, листостебельная масса, ботва лука, воздушный поток.

Введение

Качественная работа теребильных машин обеспечивается лишь при надлежащей подготовке поля перед уборкой. Как показали исследования на период уборки засоренность полей достигает 60...70 %, высота сорных растений при этом доходит до 50 см. Это объясняется тем, что время между последней обработкой посевов гербицидами и уборкой проходит две-три недели, что способствует росту сорных растений [1].

При уборке машинами теребильного типа, если поле предварительно не было подготовлено, происходит забивание вращающихся элементов теребильного аппарата, что приводит к снижению производительности машины, поломке, и увеличению количества остановок для очистки [2, 3]. В связи с этим возникает необходимость удаления сорной растительности перед уборкой.

Для решения проблемы удаления сорной растительности перед уборкой была разработана конструкция и изготовлен макетный образец ботвоудаляющего устройства для удаления листостебельной массы перед уборкой лука [4].

Для получения оптимальных конструктивных и режимных параметров ботвоудаляющего рабочего органа и оптимизации воздушного потока внутри кожуха для повышения качества уборки ботвы лука необходимо построить математическую модель процесса.

Целью работы являлась разработка математической модели и обоснование оптимальных конструктивных и режимных параметров работы ботвоудаляющего рабочего органа.

Объекты и методы исследований

Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа производили с использованием современной расчетной компьютерной программы SolidWorks FlowSimulation. Семейство модулей SolidWorks FlowSimulation предназначено для проведения газо- и гидродинамического анализа в среде SolidWorks. Данный пакет предлагает широкий спектр возможностей конечно-элементного анализа, начиная от простого линейного стационарного анализа и заканчивая комплексным нелинейным анализом переходных процессов. Наличие в программе FlowSimulation конечных элементов для моделирования аэродинамики дает возможность применения численных методов для определения параметров потока, давления воздуха в изучаемой области.

Для моделирования турбулентного движения используются уравнения неразрывности. При этом вычисляются следующие параметры: общее давление, скорость потока и функции потока для движущейся среды.

Используется решатель, реализующий раздельный последовательный алгоритм, который заключается в раздельном решении для каждой степени свободы (давления, скорости и т. д.) системы матриц, полученных при конечноэлементной дискретизации основного уравнения. Задача течения воздуха нелинейная и основные уравнения связаны между собой. Последовательное решение уравнений с обновлением зависящих от давления параметров составляет глобальную итерацию. Количество глобальных итераций для достижения сходящегося

решения может значительно варьироваться в зависимости от решаемой задачи [5].

Система уравнений для решения задачи по анализу и оптимизации воздушного потока внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа методом конечных объемов в декартовой системе координат представлена в (1). Где первое уравнение системы является уравнением непрерывности (неразрывности). Второе и третье уравнения описывают движения сплошной среды. Последнее уравнение описывает закон сохранения энергии.

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial j}{\partial x} + \frac{\partial j}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \frac{\partial(ju)}{\partial x} + \frac{\partial(jv)}{\partial y} + \frac{\partial p}{\partial x} &= \frac{\partial \dot{I}_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{I}_{xy}}{\partial y} \\ \frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \frac{\partial(jv)}{\partial x} + \frac{\partial(ju)}{\partial y} + \frac{\partial p}{\partial y} &= \frac{\partial \dot{I}_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{I}_{yy}}{\partial y} \\ \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{\partial(j_x H)}{\partial x} + \frac{\partial(j_y H)}{\partial y} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} &= \\ &= \frac{\partial}{\partial x}(\dot{I}_{xx}u + \dot{I}_{xy}v) + \frac{\partial}{\partial y}(\dot{I}_{xy}u + \dot{I}_{yy}v) \end{aligned} \right. \quad (1)$$

где u, v - проекции скорости потока на оси координат;

ρ - плотность газа;

j - плотность потока;

p - давление;

x, y - система координат;

E - полная энергия единицы объема;

H - полная удельная энтальпия;

$\dot{I}$ - компоненты тензора вязких напряжений.

$$E = \rho \frac{u^2 + v^2}{2} + \frac{p}{\gamma - 1}, \quad H = \frac{E + p}{\rho},$$

$$p = \rho RT, \quad j_x = \rho(u - W_x), \quad j_y = \rho(v - W_y),$$

$$\begin{aligned} W_x &= \frac{\tau}{\rho} \left[\frac{\partial(\rho u^2)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho uv)}{\partial y} + \frac{\partial p}{\partial x} \right] \\ W_y &= \frac{\tau}{\rho} \left[\frac{\partial(\rho v^2)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho uv)}{\partial x} + \frac{\partial p}{\partial y} \right] \end{aligned}$$

где

Система уравнений (1) дополняется законом сохранения момента импульса (2):

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} [\bar{x} \times \rho \bar{U}] + \text{div} [\bar{j} \otimes [\bar{x} \times \bar{U}]] &= \\ = [\bar{x} \times \rho \bar{F}] + \frac{\partial}{\partial x} [\bar{x} \times P_{ij} \bar{e}] \end{aligned} \quad (2)$$

где $\bar{x}$ - координатная составляющая,

P_{ij} - портер тензор

$\bar{P}, \bar{e}$ - базис.

Разработанная компьютерная модель работы ботвоудаляющего рабочего органа (рис. 1) учитывает такие параметры воздушного потока как: скорость (м/с); давление (Па).

Начальные параметры: статическое давление: 101325 Па; температура: 20 °С; тип течения: ламинарное и турбулентное.

При моделировании учитывались факторы только воздушного потока, без учета срезаемой листостебельной массы.

Исходные данные модели для расчета: ширина ножа – 120 мм; длина ножа – 250 мм; угол установки ножей – 45°; расстояние от поверхности поля до кожуха – 100 мм; диаметр кожуха – 280 мм; ширина ботвоотводящего окна – 90 мм [6].

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного конечно-элементного анализа в FlowSimulation были получены результаты распределения потоков скоростей в пространстве (рис. 2) внутри ботвоудаляющего рабочего органа при угловых скоростях вращения 125, 178, 230 рад/с (1200, 1700, 2200 об/мин)

На рис. 3 изображены визуализация линий тока скоростей с распределением относительных давлений в горизонтальной плоскости отстоящей от поверхности земли на 120 мм.

Анализируя данное распределение скоростей воздушного потока в пространстве внутри кожуха, можно сделать вывод что при увеличении частоты вращения ботвоудаляющего рабочего органа скорость потока также возрастает, причем усиливается

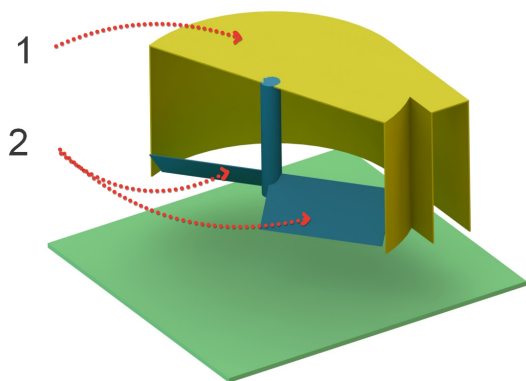
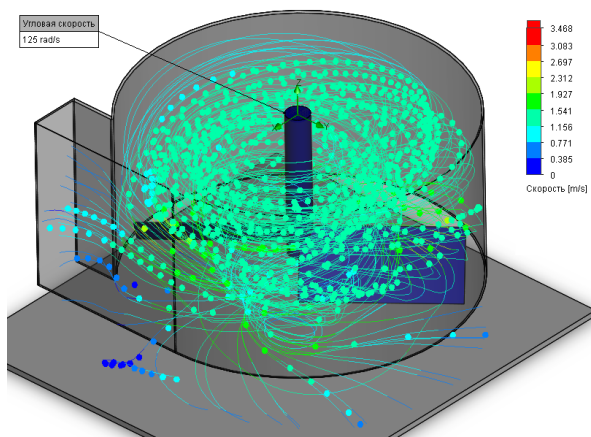
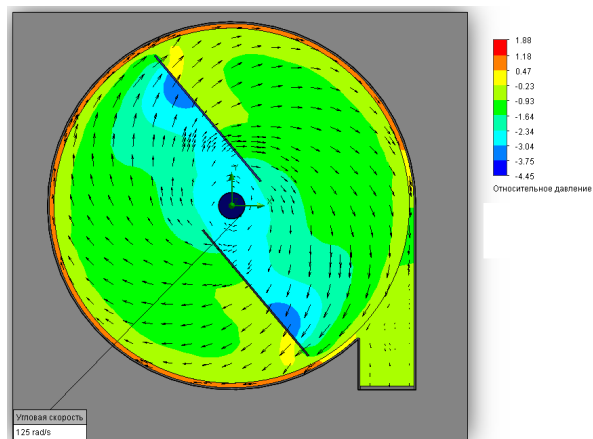


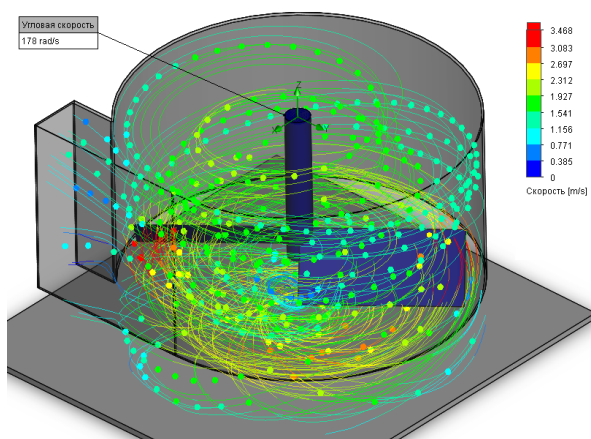
Рис. 1. 3D-модель ботвоудаляющего рабочего органа



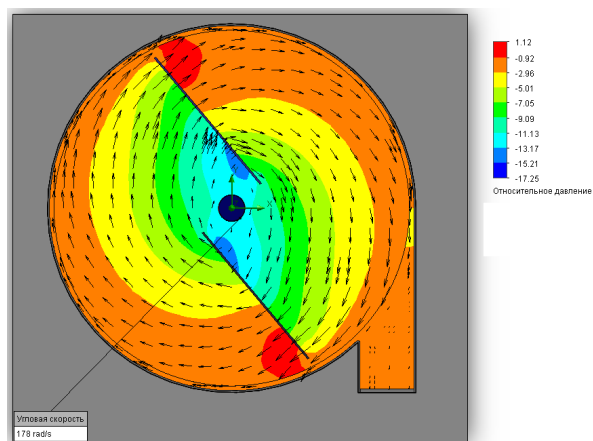
а)



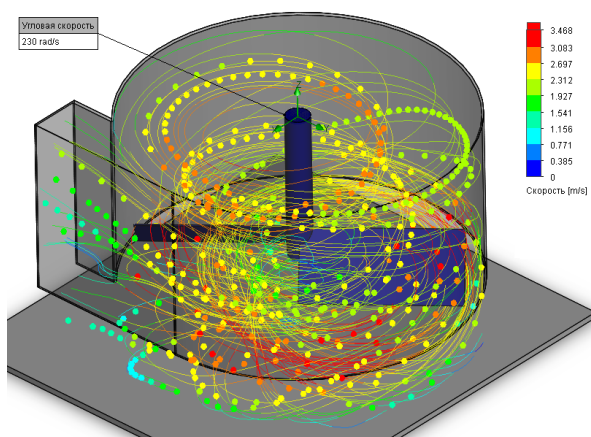
а)



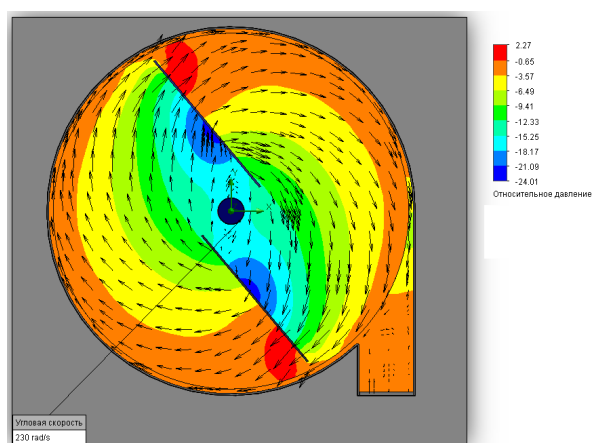
б)



б)



в)



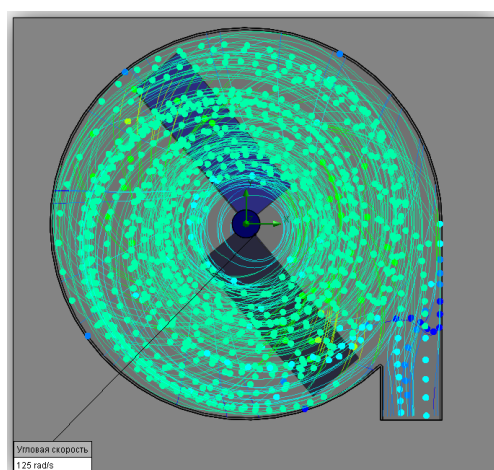
в)

Рис. 2. Распределение и траектории потоков скоростей внутри ботвоудаляющего рабочего органа при угловых скоростях вращения а) 125, б) 178, в) 230 рад/с

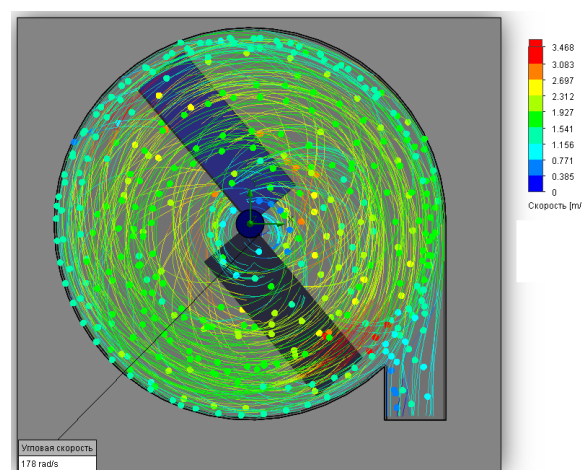
Рис. 3. Визуализация линий тока скоростей с распределением относительных давлений в горизонтальной плоскости при угловых скоростях вращения а) 125, б) 178, в) 230 рад/с

Таблица 1 - Влияние угловой скорости вращения на скоростные характеристики воздушного потока

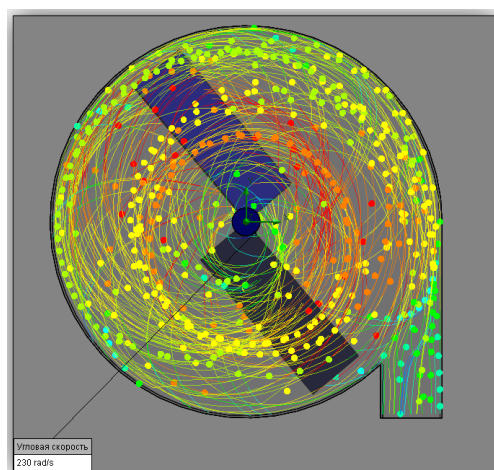
Угловая скорость вращения рабочего органа, рад/с	Средняя скорость потока воздуха, м/с	Максимальная скорость потока воздуха, м/с	Относительное давление, Па		Завихренность потока воздуха, 1/с	
			min	max	min	max
125	1.307	3.565	-4.45	1.88	2.174	1634.732
178	1.774	5.146	-17.25	1.12	13.399	2519.960
230	2.435	6.401	-24.01	2.27	7.438	3422.511



а)



б)



в)

Рис. 4. Визуализация траекторий потока воздуха и скоростей с распределением в горизонтальной плоскости при угловых скоростях вращения а) 125, б) 178, в) 230 рад/с

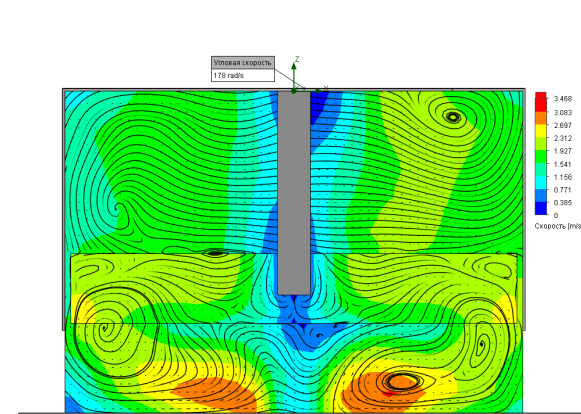


Рис. 5. Визуализация линий тока скоростей воздуха в вертикальной плоскости при угловой скорости вращения 178 рад/с

завихренность потока вследствие его отражения от стенок кожуха.

Как видно из представленных результатов моделирования, давление в сечении при угловой скорости вращения 125 рад/с распределено более равномерно, а при 178 и 230 рад/с происходит образование воронки завихрения с понижением давления к ее центру.

При вращении рабочего органа ботвоудалющего устройства под ним создается разрежение и поток воздуха, направленный от земли. Этот поток воздуха втягивает лежащую листостебельную массу, т. е. силовое взаимодействие потока воздуха с листостебельной массой сводится к одной силе лобового сопротивления, при этом эта сила совпадает с направлением течения воздуха. Одновременно с

создаваемым рабочим органом разрежением через щель между кожухом и землей всасывается воздух и образуется неравномерное поле скоростей в набегающем потоке воздуха, при этом на листостебельную массу начинает действовать еще подъемная сила и аэродинамический момент, которые способствуют поднятию листостебельной массы и подводу ее в зону резания ножей.

Элементы ножей, находящиеся на различных расстояниях от вала, вращаются с неодинаковыми скоростями. Вследствие этого ножи с постоянной шириной и углом наклона создают разрежение, изменяющееся по длине ножей. Это приводит к радиальным перемещениям воздуха и срезанной листостебельной массы в проточной полости ножей и отвода, что способствует откидыванию срезанной листостебельной массы к ботвоотводящему окну и укладке ее на междурядье [7].

В результате моделирования были получены следующие расчетные величины при угловых скоростях вращения 125, 178, 230 рад/с (1200, 1700, 2200 об/мин) рабочего органа: средняя скорость потока воздуха, максимальная скорость потока воздуха, относительное давление, завихренность потока воздуха (табл. 1).

Как видно из табл. 1 с возрастанием угловой скорости вращения рабочего органа возрастают средняя скорость потока воздуха, максимальная скорость потока воздуха, разность относительных давлений, что способствует увеличению завихренности потока воздуха, создавая необходимое разрежение для подъема листостебельной массы. Негативным эффектом повышения угловой скорости вращения является наматывание несрезанной неизмельченной листостебельной массы вокруг вала рабочего органа и разбрасывание измельченной листостебельной массы по площади обрабатываемого участка поля, а не выгрузка ее в ботвоотводящее окно, поэтому оптимальной угловой скоростью для создания требуемого воздушного потока при уборке является интервал скоростей 178-230 рад/с.

Для анализа траекторий потока воздуха с распределением скоростей в горизонтальной плоскости при угловых скоростях вращения 125, 178, 230 рад/с были получены визуализации (рис. 4). По дан-

ным визуализациям видно что при угловых скоростях вращения 125 и 230 рад/с возникает вихрь, что не способствует равномерному удалению листостебельной массы, а при угловой скорости вращения 178 рад/с распределение траекторий потока воздуха и скоростей более равномерно.

Были получены визуализации линий тока скоростей воздуха в Flow Simulation при угловой скорости вращения 178 рад/с (рис. 5), для других угловых скоростей вращения (125, 230 рад/с) они имеют аналогичный вид. Из визуализации видно, что скорость потока на входе распределена неравномерно и имеет тенденцию на повышение у середин ножей, а понижение у вала и периферийной части ножей.

Оптимальной скоростью потока воздуха является диапазон скоростей от 3 до 5 м/с, что соответствует угловой скорости вращения 178 рад/с, что подтверждает достоверность предыдущих результатов [8, 9].

Выводы

В результате проведенного анализа работы ботвоудаляющего рабочего органа было установлено влияние угловой скорости вращения на скоростные характеристики воздушного потока. Построенная математическая модель работы ботвоудаляющего рабочего органа позволила определить траектории движения, скорость, относительное давление воздушного потока внутри кожуха.

Установлена адекватность 3D-модели, которая позволяет провести дальнейшие расчеты по оптимизации ботвоудаляющего рабочего органа компьютерными средствами моделирования.

Получены оптимальные конструктивные (ширина ножа – 120 мм; длина ножа – 250 мм; угол установки ножей – 45°; расстояние от поверхности поля до кожуха – 100 мм; диаметр кожуха – 280 мм; ширина ботвоотводящего окна – 90 мм) и режимные (угловая скорость вращения ножей 178 рад/с) параметры ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха, что позволит повысить качество уборки листостебельной массы.

Список литературы

1. 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.
2. Ларюшин, Н.П. Уборка без задержек/Н.П. Ларюшин, А.М. Ларюшин, Д.И. Фролов//Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 48–49.
3. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Пенза, 2008. – 153 с.
4. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Пенза, 2008. – 18 с.
5. Алямовский, А.А. SolidWorks 2007/2008 компьютерное моделирование в инженерной практике/А.А. Алямовский. – СПб.: БХВ–Петербург, 2008.

6. 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.
7. 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 (7). – С. 46–51.
8. 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: Периодическое научное издание. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та. – 2014. – № 06 (22). – С. 159–162.
9. Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины/Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Известия Самарской ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 29–33.

ANALYSIS OF WORK HAULM REMOVING WORKING BODIES FROM OPTIMIZE THE AIRFLOW INSIDE THE CASING

D. I. Frolov

The paper presents an analysis of haulm removing working body. A mathematical model of haulm removing working body with certain assumptions. Defined path of movement, the speed of the relative pressure of the air inside the casing. The optimal design and operating parameters haulm removing working body and optimized airflow inside the casing to improve the quality of cleaning cormophyte mass.

Keywords: haulm removing body, cormophyte mass, onion tops, air flow.

References

1. Laryushin, N.P. Optimal parameters of top removing working member of cutter for leaf-and-stalk mass/N.P. Laryushin, A.M. Laryushin, D.I. Frolov//Tractors and agricultural machines. – 2010. – № 2. – P. 15–17.
2. Laryushin, N.P. Cleaning without delay/N.P. Laryushin, A.M. Laryushin, D.I. Frolov//Rural machine operator. – 2007. – № 7. – P. 48–49.
3. Frolov, D.I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: dissertation of the candidate of technical sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 153 p.
4. Frolov, D.I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: candidate of technical sciences dissertation author's abstract: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 18 p.
5. Alyamovsky, AA SolidWorks 2007/2008 computer modeling in engineering practice/AA Alyamovsky. – SPb.: BHV-Petersburg, 2008.
6. Frolov, D.I. Substantiation of the haulm removing machine operating element rotation optimum frequency/D.I. Frolov, A. A. Kurochkin, G.V. Shaburova//Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2013. – № 3. – P. 18–23.
7. Laryushin, N.P. Substantiation of constructively operation characteristic plant-top removing machine by laboratory research/N.P. Laryushin, A.M. Laryushin, D.I. Frolov//Niva Povolzhya. – 2008. – № 2 (7). – P. 46–51.
8. Frolov, D.I. Reasoning effective parameters of the haulm removing machine on sowings of the onion/D.I. Frolov, S.V. Chekaykin//XXI century: the results of past and present problems plus: Periodic scientific izdanie. – Penza: Izd Penz. state. tehnol. University ta. – 2014. – № 06 (22). – P.159–162.
9. Frolov, D.I. Modeling the process to removing tops onions Of the haulm removing machine operating element/D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova//Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2014. – № 3. – P. 29–33.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМО-ВАКУУМНОЙ ОБРАБОТКИ ОТХОДОВ С/Х ПРОИЗВОДСТВА

А. А. Курочкин, Д. И. Фролов

Работа посвящена обоснованию совершенствования технологии переработки отходов животного и растительного происхождения на кормовые цели за счет интенсификации термовакуумного воздействия на сырье в процессе экструдирования.

Ключевые слова: отходы животного и растительного происхождения, пористая структура, термовакуумная сушка, экструдер, вакуумная камера.

Введение

Одной из основных задач, решение которой позволит вывести производство продукции животноводства на траекторию устойчивого развития, является совершенствование технологий производства кормов. Особую нишу в этих технологиях занимают процессы переработки отходов сельскохозяйственного производства и перерабатывающих предприятий, которые в общем случае подлежат утилизации. К таким отходам, в первую очередь, относятся так называемые биологические – ветеринарные конфискаты, непищевые отходы и малоценные в пищевом отношении продукты, получаемые при переработке животных, птицы и рыбы, а также отходы производства пищевой, технической и специальной продукции.

Являясь весьма ценным вторичным сырьём, эти отходы могут и должны использоваться в производстве кормов и кормовых добавок. При этом одной из наиболее эффективных технологий производства кормов из такого сырья считается экструзионная обработка, в основе которой лежит способ горячей экструзии.

Считается, что основную проблему в процессе реализации этой технологии представляет высокая влажность отходов (до 85%) и для её решения измельчённые отходы животного происхождения предварительно смешивают с растительным наполнителем. В результате этого можно добиться снижения влажности обрабатываемого в экструдере сырья 28–30% и получить пригодный для кормления свиней, птицы и пушных зверей продукт. В качестве наполнителя обычно используют зерноотходы, отруби и различные шроты. Объём наполнителя в 3–5 раз больше отходов животного происхождения и определяется их влажностью [1].

В процессе экструзионной обработки смесь отходов животного и растительного происхождения подвергается следующим изменениям:

- стерилизуется и обеззараживается (болезнетворные микроорганизмы, грибки, плесень полностью уничтожаются);
- увеличивается в объёме (вследствие разрыва

молекулярных цепочек крахмала и стенок клеток при выходе из экструдера);

- гомогенизируется (процессы измельчения и перемешивания сырья в тракте экструдера продолжают, продукт становится полностью однородным);

- стабилизируется (нейтрализуется действие ферментов, вызывающих прогоркание продукта, инактивируются антипитательные факторы, токсины);

- обезвоживается (влажность снижается на 50–70% от исходной) [1].

Технология приготовления кормов на основе экструзионной обработки смеси отходов животного и растительного происхождения включает измельчение отходов животного происхождения, их смешивание в определённой пропорции с растительным наполнителем, экструзию смеси, охлаждение, затаривание. К недостаткам технологии можно отнести то, что влажность экструдированной смеси ограничена примерно 30%, а для хранения экструдата его необходимо дополнительно подсушивать до влажности 14,0%.

Указанные недостатки в определенной мере удается устранить за счет технического решения, согласно которому полуфабрикат, выходящий из экструдера, подается в емкость, где под действием специальной пневмосистемы производится быстрый отсос пара и горячего воздуха и, как следствие, быстрое охлаждение экструдата при одновременном очень качественном высушивании экструдата.

В результате проведения цикла «экструдирование-пневоотсос» влажность экструдата уменьшается вдвое. При этом если общая влажность смеси исходных компонентов составляет 29% и более, то производится повторное экструдирование с последующим пневоотводом пара и воздуха из экструдата. В этом случае обеспечивается необходимый для длительного хранения уровень влажности (не более 14,5%) [2].

Данный способ переработки отходов имеет следующие недостатки:

1. Недостаточно высокая скорость обезвожи-

вания получаемого экструдата, связанная с тем, что термовакуумная сушка осуществляется циклически: сначала в специальную емкость подается экструдат, а затем из нее производится быстрый отсос пара и горячего воздуха. При этом недостаточно развитая пористость получаемого экструдата и ограниченная площадь поверхности испарения продукта обуславливают изначально низкую интенсивность сушки. Объясняется это тем, что образующаяся на поверхности обезвоживаемого продукта (экструдата) пленка ухудшает условия перемещения водяных паров к его поверхностному слою посредством капиллярно-пористой структуры и быстрому удалению влаги вместе с откачиваемым воздухом за пределы емкости. По существу в данном случае имеет место поверхностный тепло- влагообмен вместо объемного.

2. Влажность получаемого продукта (экструдата) не регулируется, а зависит от содержания воды в обрабатываемом сырье. В описании технологии не приводятся два важнейших параметра термовакуумной сушки – времени нахождения полученного экструдата в емкости и величины давления (вакуума) в ней, а утверждается лишь то, что влажность обрабатываемого материала снижается в 2 раза.

Для термовакуумной сушки, которая является основой как описанного выше способа переработки отходов животного и растительного происхождения, так и предлагаемого способа производства кормов, скорость удаления влаги из обрабатываемого материала зависит от его структуры (характера капиллярно-пористого строения), температуры нагрева, площади поверхности испарения и давления в зоне испарения [3].

Важно отметить, что в применяемых ранее экструзионных технологиях фактор, связанный с капиллярно-пористым строением высушиваемого материала не учитывается – все они предусматривают получение экструдата без цели интенсификации порообразования.

Целью работы являлось обоснование базовых элементов технологии производства кормов из отходов животного и растительного происхождения.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является экструзионный процесс переработки отходов животного и растительного происхождения с помощью экструдера, реализующего принцип термовакуумного воздействия на сырье [4-7].

Предлагаемая технология производства кормов основана на интенсификации термовакуумного воздействия на экструдруемую смесь отходов животного и растительного происхождения при одновременном упрощении технологического процесса получения корма и снижении его трудоемкости.

Для решения указанной задачи в предлагаемой технологии производства кормов сырье в виде смеси отходов животного и растительного происхож-

дения с различным содержанием влаги, дозируется, измельчается, смешивается и экструдруется.

Существенным отличием предлагаемой технологии от известной, является то, что экструдат поступает в камеру с низким давлением непосредственно из фильеры экструдера с целью формирования в нем пористой структуры. Высокоразвитая пористая структура экструдата в свою очередь обеспечивает практически мгновенное адиабатическое охлаждение продукта и эффективное его обезвоживание. [8-10]. При этом исходное содержание отходов растительного происхождения влажностью 10-15% составляет 20-90% смеси, а влажность и содержание отходов животного происхождения подбираются таким образом, чтобы влажность экструдруемой смеси не превышала 40-45%.

Экструдирование смеси осуществляется с помощью экструдера, дополнительно оборудованного вакуумной камерой, расположенной соосно шнеку и фильере матрицы машины и включающей в себя режущее устройство, шлюзовой затвор и вакуумную систему.

Конструктивно-технологическая схема экструдера с камерой для термовакуумной обработки получаемого экструдата приведена на рис. 1.

Режущее устройство выполнено в виде одного или нескольких вращающихся ножей, закрепленных на выходе экструдата из фильеры. Оно устанавливается для получения необходимого геометрического размера (длины) экструдата. Наличие режущего устройства позволяет регулировать интенсивность термовакуумной сушки за счет увеличения площади теплообмена получаемых частиц экструдата – чем меньше длина экструдата, тем больше поверхность теплообмена продукта с окружающей средой (пониженного давления в вакуумной камере).

Шлюзовой затвор, представляющий собой корпус цилиндрической формы и вращающуюся в нем многолопастную (4-12 шт.) крыльчатку (ротор) на шариковых подшипниках, позволяет непрерывно с регулируемой производительностью выгружать обезвоженный экструдат за пределы вакуумной камеры без ее разгерметизации.

В верхней части вакуумной камеры имеется патрубок, который служит для соединения камеры с вакуумной системой, в состав которой входят вакуумный насос, вакуум-регулятор и вакуум-баллон.

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

Вакуум-регулятор необходим для поддержания пониженного давления в вакуумной камере экструдера в заданных пределах при требуемой производительности машины, а также влажности сырья и готового продукта.

Для предохранения насоса от попадания в него жидкости (конденсата), а также для выравнивания разрежения в вакуумной камере, между ней и насосом установлен вакуум-баллон, а для контроля

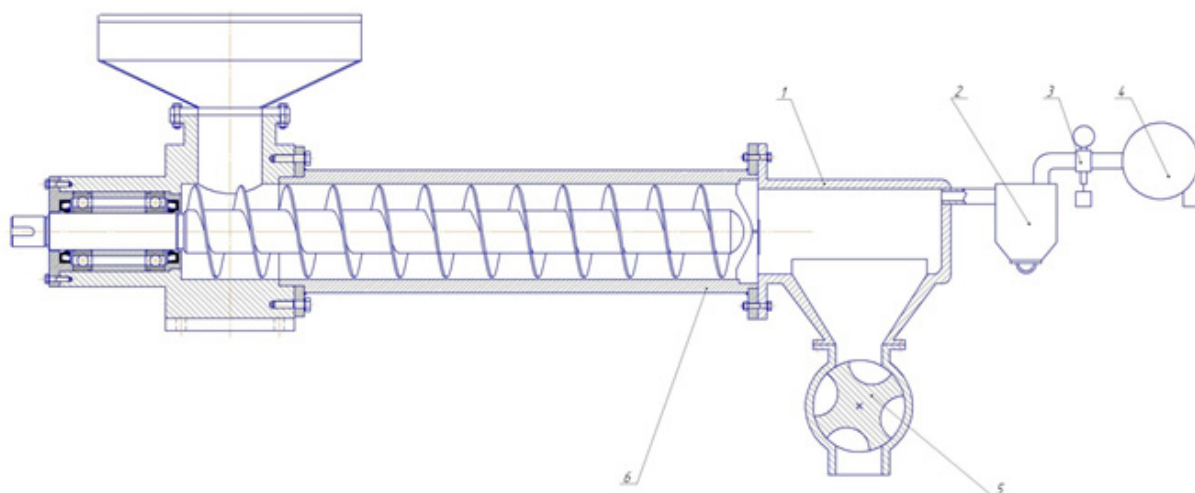


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема экструдера: 1 – вакуумная камера экструдера; 2 – вакуум-баллон; 3 – вакуум-регулятор; 4 – вакуумный насос; 5 – шлюзовой затвор; 6 – экструдер

величины давления в вакуумной системе – вакуумметр.

С помощью вакуумного насоса осуществляется отсос водяных паров, выделяющийся из продукта в процессе термовакuumной сушки и перемещение их в вакуум-баллон, в котором происходит их конденсация. В нижней части вакуум-баллона имеется крышка, по периметру которой выполнено уплотнение в виде резиновой ленты. При включении вакуумного насоса крышка вручную прижимается к нижней части вакуум-баллона и под действием пониженного давления плотно к ней присасывается. По окончании технологического процесса вакуумный насос отключается, и крышка под действием собственной массы и массы конденсата отходит от корпуса вакуум-баллона и конденсат удаляется в специальную емкость.

Технология приготовления кормов осуществляется следующим образом. Исходное сырье дозируется, например, с помощью двух шнековых дозаторов и подается в измельчитель-смеситель, например, ножевого типа. После этого смесь поступает в бункер экструдера, где посредством загрузочной камеры направляется в шнековую часть экструдера. Захваченный шнеком продукт последовательно проходит зоны прессования и дозирования машины, а затем выводится через фильеру матрицы в вакуумную камеру.

В условиях быстрого перехода экструдата из области высоких давлений в зону 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 вспучиванию получаемого продукта. Его линейные размеры увеличиваются в 3...4 раза, что влечет за собой формирование развитой капиллярно-пористой структуры в получаемом экструдате.

Экструдат на выходе из фильеры матрицы с помощью вращающихся ножей разрезается на ча-

стицы размером 3-5 мм с тем, чтобы увеличить площадь поверхности обрабатываемого продукта и обеспечить условия для его интенсивного тепло-влагообмена с окружающей средой.

Длительность нахождения экструдата в вакуумной камере регулируется с помощью шлюзового затвора, и увеличение этого параметра связано, например, с высокой влажностью обрабатываемого сырья. При этом основной параметр, с помощью которого регулируется влажность получаемого экструдата – величина давления (вакуума) в вакуумной камере экструдера, которая достаточно просто регулируется с помощью вакуум-регулятора, используемого, например, в установках для доения коров.

В предлагаемой технологии смесь отходов животного и растительного происхождения экструдируется в течение 10...15 с при температуре 105...110 °С и на выходе из фильеры обрабатывается пониженным давлением (вакуумом) равным 0,05 ...0,09 МПа, при этом содержание влаги в готовом продукте регулируют величиной давления в вакуумной камере экструдера на уровне не более 12–14%.

Результаты и их обсуждение

На основании приведенных в работе технических решений и технологических предложений можно сделать следующие выводы:

1. Технологический процесс экструдера, при котором перерабатываемое сырье из области высокого давления (2,0-2,7 МПа) в тракте машины поступает в вакуумную камеру экструдера с давлением 0,02...0,09 МПа, позволяет значительно интенсифицировать экструзионную обработку отходов животного и растительного происхождения и сушки получаемого продукта.

2. Предлагаемый способ термовакuumной обработки отходов животного и растительного происхождения упрощает технологию производства кормов и снижает затраты на ее реализацию.

Список литературы

1. Кадыров, Д. Экструзионная переработка биологических отходов в корма/Д. Кадыров, А. Гарзанов, В. Плитман//Птицеводство. – 2008. – № 7. – С. 51–54.
2. Патент 2215427 Российская Федерация МПК A23 K1/10. Способ переработки отходов животного и растительного происхождения/О. Ю. Красильников, В. Л. Литман, № 2000119049; заявл. 17.07.2000; опубл. 10.11.2003.
3. Кутовой, В. А. Системный подход к решению термовакуумных процессов сушки гетерогенных материалов/В. А. Кутовой//Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 8 (66), Т. 6. – С. 40–44.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
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. 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.
11. 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.

THE TECHNOLOGY OF FODDER PRODUCTION BASED ON THERMAL TREATMENT OF WASTE FROM AGRICULTURAL PRODUCTION

A. A. Kurochkin, D. I. Frolov

The work is devoted to the rationale of improving the technology of recycling of animal and vegetable origin for fodder due to the intensification thermal influence on raw material during extrusion.

Keywords: waste animal and vegetable origin, porous structure, thermal vacuum drying, extruder, vacuum chamber.

References

1. Kadyrov, D. Extrusion processing of biological waste in feed/A. Kadyrov, A. Karzanov, V. Plitman//Poultry. – 2008. № 7. – P. 51–54.
2. Patent 2460315 Russian Federation IPC A23L1/00. A method of producing extrudates/G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronin, G. V. Auror, P. A. Erushov, № 20011107960; appl. 01.03.2011, publ. 10.09.2011, Bull. Number 25. – 6.
3. Kutovoj, V. A. A systematic approach to solving the thermal vacuum drying processes of heterogeneous materials/V. A. Kutovoj//East European Journal of advanced technologies. – 2013. – № 8 (66), V.6. – P. 40–44.

4. Kurochkin, A.A. Regulating the structure of the extrudates herbal/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina//Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2013. – № 4. – P. 94–99.
5. Kurochkin, A.A. Regulation of functional and technological properties of the extrudates herbal/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina//Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2012. – № 4. – P. 86–91.
6. Kurochkin, A.A. Modeling of the process of obtaining extrudates based on the new technological solutions/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina//Niva Volga region. – 2014. № 1. – P. 30–35.
7. Kurochkin, A.A. 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 Academy of Agriculture. – 2014. № 4. – P. 70–74.
8. Kurochkin, A.A. Obtain extrudates starch-containing grain feedstock with a given porosity/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov//XXI century: results and problems of this plus. – 2014. – № 06 (22). – P. 109–104.
9. Kurochkin, A.A. Theoretical and practical aspects of extrusion technology in brewing/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.V. Novikov//Niva Volga region. – 2007. – № 1. – P. 20–24.
10. Kurochkin, A.A. Justification of rational parameters of the screw press of the extruder in the download area/A.A. Kurochkin, V.V. Novikov//XXI century: results and problems of this plus. – 2013. – № 06 (10). – P. 123–127.
11. Kurochkin, A.A. Methodological aspects of theoretical research press extruders for the processing of starch-containing vegetable raw materials/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.V. Novikov, S.V. Denisov//XXI century: results and problems of this plus. – 2013. – № 06 (10). – P. 46–55.

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, КОРМОВ И ВЕЛИЧИНЫ ИХ ПОТЕРЬ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СВИНОВОДСТВА

В. В. Коновалов

В работе представлен анализ и причины неэффективного использования кормов в свиноводстве при использовании технических средств. Сделаны рекомендации по повышению эффективности свиноводства и снижению кормовых потерь при использовании технических средств.

Ключевые слова: эффективность свиноводства, нормы кормления, потери кормов, пыление кормов, выбросы корма, расслоение кормов.

Введение

Известно, что питательные вещества, потребляемые организмом, в первую очередь затрачиваются на поддержание его существования как биологического объекта. В случае наличия дополнительного количества веществ возможно увеличение массы животного и образование животноводческой продукции (т.е. привесы живой массы, молочная продуктивность и т.п.). При обеспечении животного в достаточном количестве питательными веществами его продуктивность не может повышаться бесконечно, а лишь достигает определенного генетического порога. Использование различных кормовых добавок, ускорителей роста и т.п. лишь расширяет границы возможного прироста продуктивности и ускоряет рост, не меняя характер. В связи с этим, обоснование уровня обеспеченности животных кормами в плане выбора способа кормления (вволю или же ограниченное) животных является актуальным.

Целью работы являлось установление причин недостаточной эффективности свиноводства на основе анализа обеспеченности животных кормами и выявления причин потерь кормов в процессе использования технических средств.

В процессе выращивания животных решаются задачи по их кормлению, включая вопросы принятой в хозяйстве технологии кормления: нормирование питательных веществ, способы заготовки, хранения, подготовки кормов и приготовления кормовой смеси, транспортировки, раздачи и скармливания кормосмесей, соблюдения гигиены и т.п.

Объекты и методы исследований

Анализ известных технологий кормления показывает, что в животноводческой науке преобладают два основных подхода к кормлению животных. Первый из них – кормление вволю, когда животное обеспечивается всем объемом питательных веществ (или с избытком). Данный подход реализуем при наличии избыточного количества корма и обеспечивает ускоренный рост животного, что

повышает экономическую эффективность животноводства. Второй подход – ограниченное кормление, т.е. выдача животному корма, достаточного для биологического существования живого организма, а также для выработки необходимого количества животноводческой продукции. В случае нарушения норм кормления (недостаточного объема корма, количества питательных веществ) привесы могут существенно снизиться, а это существенно скажется на экономической эффективности выращивания животных.

Примером подобного явления являются данные Полтавского НИИ свиноводства [1], на основе которых получены ряд зависимостей [2, 3, 4], представленные на рис. 1, 2. Не акцентируя внимание на конкретной численной взаимосвязи параметров M_c (среднесуточного потребления кормов, корм.ед.) и P (среднесуточного прироста животных), рассмотрим существующие тенденции.

Графический анализ данных потребления кормов и аналитические исследования обеспеченности животных кормами с учетом величины и места кормовых потерь позволят выявить влияние кормовых потерь на расход кормов.

Результаты и их обсуждение

Для этого условно выделим три зоны обеспеченности кормами: А – кормление вволю; В – огра-

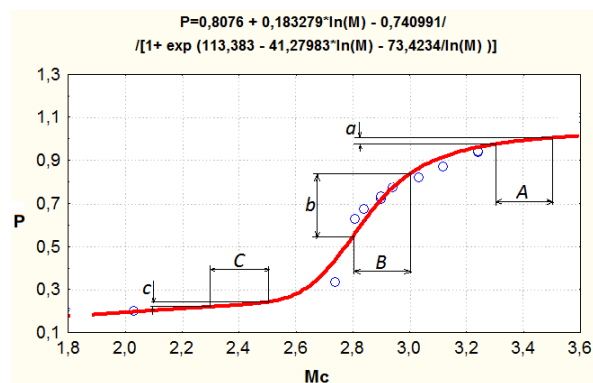


Рис. 1. Влияние среднесуточного потребления кормов (M_c , корм.ед.) на среднесуточный прирост животных (P , кг)

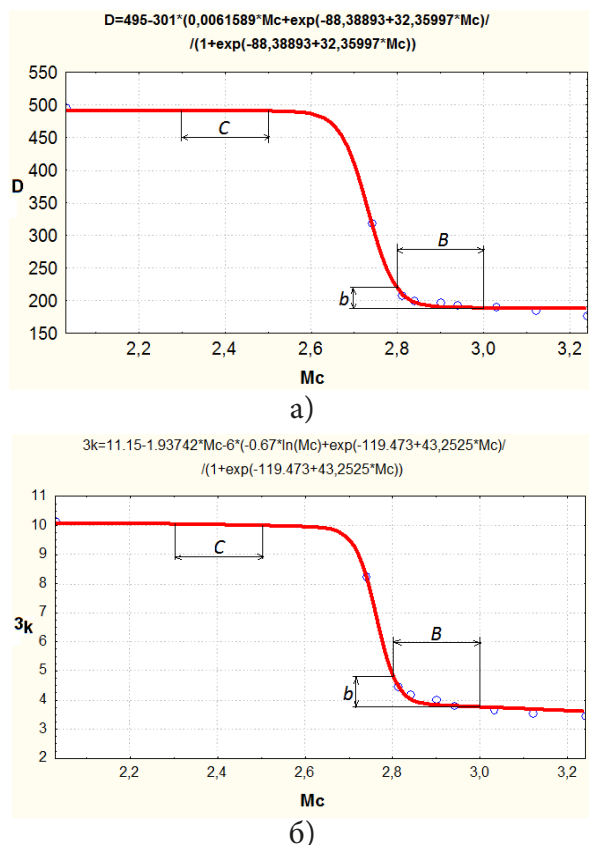


Рис. 2. Влияние среднесуточного потребления кормов (Мс, корм.ед.): а) на длительность содержания откармливаемого животного (D, сут.) б) на затраты кормов на 1 кг прироста (3k, корм.ед.)

ниченное кормление; С – недостаточное кормление. При уменьшении нормы выдачи корма на 0,2 кормовых единицы, величина среднесуточного прироста для разных зон кормления будет существенно отличаться: а – на 0,03 кг; б – на 1,4 кг; с – на 0,02 кг.

В зоне А уменьшение привесов минимально, так как кормление вволю, и соответственно уменьшается транзитно проходящий корм. Тем самым небольшой избыток или малый недостаток корма существенно не влияет на привесы.

В зоне С уменьшение привесов также незначительно. Это связано с биологической потребностью в корме для существования объекта и возрастной потребностью в росте (наборе костной и мышечной массы). В основном вся энергия направлена только на существование индивидуума.

Наиболее интенсивно изменение условий кормления на привесы в зоне В – при ограниченном кормлении. В данном случае корма расходуются именно на прирост массы животных. В связи с этим уменьшение потребления корма существенно сказывается на величине привесов. При наличии кормовых потерь резко снижается эффективность кормления.

При этом величина средне-суточных приростов (рис.2) неизбежно скажется на длительности содержания животных и на затраты кормов на 1 кг прироста [1,2]. Следует особо обратить внимание

на то, что зона А и верхний участок зоны В практически равнозначны.

При этом следует также учитывать, что для ускоренного старта и развития порослят-отъемышей предпочтительно кормление вволю, на доразивании животных – кормить на грани биологической потребности (максимальный рост при отсутствии перерасхода корма), а при откорме – выдача корма с большой долей объемистых кормов с целью снижения сальности (т.е. имеется ограничение по количеству питательных веществ). При концентратном кормлении придется ввести ограниченное кормление.

Тем самым, возникают определенные противоречия – кормление вволю обеспечивает быстрое достижение убойной массы и снижение удельных затрат кормов (рис.1,2), но с другой стороны – не совсем эффективное использование корма; при ограниченном кормлении корма используются наиболее эффективно, однако в случае недостаточной обеспеченности животного кормами и высоких кормовых потерях по технологической цепочке, будут резко снижаться среднесуточный прирост и удельный расход кормов.

Рассмотрим подробнее причины снижения среднесуточного потребления кормов в производственных условиях при ограниченном кормлении.

Нормы кормления для рационального расхода кормов обуславливаются не только теоретическими потребностями животного в питательных веществах, но и в результате контрольного откорма животных, где фиксируется количество выдаваемого животному корма. Однако, корм выданный животному частично теряется при его скармливании. В производственных условиях величина потерь в силу разных причин может существенно вырасти, сохраняя норму расхода по финансовому учету.

В результате анализа порядка выполнения операций при кормлении свиней и недостатков используемых машин и оборудования [4,5] выявлены места проявления потерь кормов (рис.3). При раздаче корма происходит возможны потери [5] при неправильном взаимном положении выгрузного лотка раздатчика и кормушки: высокое или смещенное расположение лотка, наличие ограждений станка и других элементов на траектории движения корма и т.п. При скармливании наблюдаются выбросы корма через борта кормушки и его размазывание на элементах ограждения. Данные потери устраняются за счет совершенствования конструкции кормушки или регулировки расположения ее отдельных элементов. Удобство поедания корма снижает кормовые остатки [5]. Использование нормированного кормления снижает количество кормовых объемов.

При количестве обслуживаемых животных N на каждого из них по рациону должно выдаваться мобильным кормораздатчиком i -е количество кормов в количестве m_i . Для обеспечения данного требования, при раздельной подаче нескольких компонентов корма дозаторами раздатчика и при

осуществлении смешивания компонентов во время их выдачи животным, производительность дозаторов кормораздатчика должна быть пропорциональна подаче дозатора основного (например, первого) компонента, т. е:

$$Q_{di} = Q_{d1} \cdot \frac{m_i}{m_1} \quad (1)$$

В результате неточной настройки дозаторов на норму их фактическая производительность отличается от требуемого значения и животным выдается количество корма не соответствующее норме [4].

Абсолютное значения отклонения дозатора от заданной нормы для каждого корма, выражается, кг:

$$\Delta d_i = m_{\phi i} - m_i \quad (2)$$

где $m_{\phi i}$ – количество i -го корма, выданное фактически, кг.

Относительные значения [4] отклонения подачи дозатора от нормы:

$$\delta d_i = \frac{m_{\phi i} - m_i}{m_i} \quad (3)$$

Масса каждого компонента, выдаваемая животному определяется, кг

$$m_i = \frac{Q_{di} \cdot A_{ж} \cdot f_{\phi i}}{v} \quad (4)$$

где $A_{ж}$ – фронт кормления животного, м;

v – скорость движения мобильного раздающего агрегата, м/с;

f_{ϕ} – коэффициент, учитывающий степень заполнения бункера раздатчика с данным кормовым компонентом.

Для раздатчиков с бункером типа КСП-0,8 может использоваться эмпирическая формула [4]:

$$f_{\phi} = -0,0127 \times \psi_{\delta} - 0,3645 \times (-28,3 - 73,1 \times \psi_{\delta} + 5,72 \times W - 26,72 \times \psi_{\delta} \times W + 26,68 \times \psi_{\delta}^2 + 19,64 \times W^2)$$

ψ_{δ} – степень заполнения бункера раздатчика;
 W – влажность корма, %.

Количество каждого корма (компонента), входящего в состав смеси загружаемой в бункер раздатчика, кг:

$$Mki = N_{ж} m_i (1 + k_{зсм}) (1 + 0,01 d_{di}) \quad (5)$$

где $k_{зсм}$ – коэффициент запаса смеси, с учетом возможных потерь. Используется по мере потребности.

Количество смеси, подлежащее выдачи животным составит, кг

$$M_{ж} = \sum_i Mki \cdot (1 - k_n) \quad (6)$$

где k_n – коэффициент потерь в процессе приготовления смеси, транспортировки и раздачи.

Количество корма, потребляемое животным [4], кг

$$m_n = \Sigma [m_i (1 + 0,01 d_{di})] \cdot [1 - 0,01 \cdot (K_{p1} + K_{p2} + K_{p3} + k_n)] \cdot (1 - 0,43 n_k) \quad (7)$$

где K_{p1} , K_{p2} , K_{p3} – процент потерь кормов в процессе загрузки кормушек, в процессе скармливания корма, в качестве остатков в кормушке, %.

Наиболее эффективно влажное $W=60...75\%$ кормление [5...7], повышающее до 10% привесы. Однако при скармливании данного корма часть его выбрасывается животными из кормушки на пол, а часть остается в кормовом желобе, прокисая и загрязняя кормушку. Наиболее остра данная проблема у молодняка из-за возможной вспышки желудочно-кишечных инфекций. Кормление вволю поросят-отъемышей делает очистку кормушек обязательной операцией. Величина кормовых потерь может достигать 7...15%, существенно снижая привесы у животных [8, 9].

Предложена схема оборудования [4,8,9] для кормления поросят-отъемышей, позволяет снизить как кормовые потери, так и способствует механизированной очистке кормового желоба.

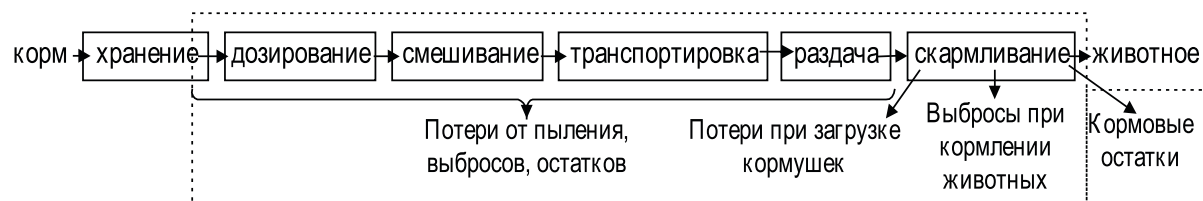


Рис. 3. Схема расположения операций технологического процесса кормления свиней и мест возникновения кормовых потерь

Использование сухого корма лучше сохраняет корм от порчи и оборудование от коррозии, не требует очистки кормушек, однако из-за пыления страдают дыхательные пути и нередко случаи желудочно-кишечных заболеваний [1, 4].

Приготовление влажных смесей во время выдачи корма животным, как и получение гранул или крупинок из слипшихся частиц сухого корма способствует сохранности как корма, так и оборудования [4, 9, 10]. Разработанные устройства для приготовления смесей [4, 10...14] позволяют устранить целый ряд кормовых потерь, обеспечив сохранность корма и повысит этим продуктивность животных.

Выводы

Экономически эффективно и стабильно кормление животных вволю. Однако, верхние границы норм ограниченного кормления практически равнозначны кормлению вволю. В случае дефицита кормов применимо только ограниченное кормление. При правильном выборе нормы выдачи корма и максимальном устранении кормовых потерь, за счет правильного выбора и настройки технических средств, удастся получить эффективность свиноводства близкую к кормлению вволю. Причинами потерь кормов чаще всего являются кормовые выбросы, нарушения нормы выдачи, кормовые остатки, пыление и расслоение корма при транспортировке.

Список литературы

1. Кормление свиней./И. С. Трончук, Б. Е. Фесина, Г. М. Почерняева и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 175 с.
2. Ломов, В. И. Определение эффективности средств механизации кормления свиней./В. И. Ломов, В. В. Коновалов//Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2004. Т. 13. С. 140–145.
3. Коновалов, В. В. Повышение эффективности средств механизации приготовления и выдачи кормосмесей в свиноводстве/диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук/Пенза, 2005–331 с.
4. Коновалов, В. В. Обоснование технических средств приготовления и выдачи кормов в свиноводстве – Пенза, 2005. – 314 с.
5. Скоробогатов, А. С. Корма различной влажности//Свиноводство, 1971. – № 6. – С. 26.
6. Лазуткина, Л. В. Влажность комбикормов при откорме//Свиноводство, 1971. – № 6. – С. 21–22.
7. Рудаков, А. И. Эффективность различных технологий скармливания рационов свиньям./А. И. Рудаков, В. А. Бекетов, И. А. Кулешов//Сибирский вестник с./х. науки. – 1973. – № 5. – С. 67–70.
8. Коновалов, В. В. Совершенствование технологического оборудования кормления поросят-отъемышей с разработкой и обоснованием параметров очистителя кормушек./диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Саратов, 1996–156 с.
9. Коновалов, В. В. Устройство и технологический расчёт оборудования для кормления свиней. – Пенза: Пензенская ГСХА, 1998. – 176 с.
10. Коновалов В. В. Концентрированные корма обогащенные жиром/В. В. Коновалов, А. А. Курочкин, К. М. Мишин//Сельский механизатор, 2003. – № 1-С. 18
11. Коновалов В. В. Мобильный раздатчик-смеситель/В. В. Коновалов, С. И. Щербаков, С. В. Гусев//Животновод, 2003. – № 4. – С. 25
12. Коновалов В. В. Теоретические исследования барабанного питателя-дозатора./В. В. Коновалов, Л. В. Иноземцева//Аграрная наука – 2000. № 4. – С. 17–18
13. Коновалов В. В. Устройство для увлажнения сухих сыпучих кормов./В. В. Коновалов, А. А. Власов, В. М. Зимняков//Овцы, козы и шерстяное дело. 1999. – № 9. – С. 36
14. Коновалов В. В. Обоснование расположения распылителей компонентов в смесительных устройствах//Достижения науки и техники АПК.- 2004.- № 2. – С. 28–29.

THE QUESTION OF INFLUENCE OF TECHNICAL EQUIPMENT FEED AND SIZE OF THEIR LOSSES ON THE EFFICIENCY OF PIG BREEDING

V. V. Konovalov

The paper presents an analysis of the causes and inefficient use in pig feed by using technical means. Made recommendations to improve the efficiency and reduce the pig feed losses by using technical means.

Keywords: the effectiveness of pig, feeding rate, loss of fodder, feed dusting emissions feed bundle of fodder.

References

1. Feeding pigs./I. S. Tronchuk, B. E. Fesina, G. M. Pochernyaeva et al. – M.: Agropromizdat, 1990. – 175 p.
2. Lomov, V.I. Determination of the effectiveness of mechanization of feeding pigs/V.I. Lomov, V.V. Konovalov//Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Mechanization of livestock. 2004. – T. 13. – P. 140–145.
3. Konovalov, V.V. Improving the efficiency of mechanization of preparation and issuance kormosmesej in pig/thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences/Penza, 2005–331 p.
4. Konovalov, V.V. Justification hardware preparation and issuance of feed in pig – Penza, 2005. – 314 p.
5. Skorobogatov, A. S. Different moisture feed//Pig, 1971. – № 6. – S. 26.
6. Lazutkina, L. V. Humidity of feed//Pig fattening, 1971. – № 6. – S. 21–22.
7. Rudakov, A. I. Effectiveness of different technologies of feeding diets for pigs./A. I. Rudakov, V. A. Beketov, I. A. Kuleshov//Siberian herald of agricultural science.- 1973. – № 5. – S. 67–70.
8. Konovalov, V.V. Improvement of process equipment feeding weaned piglets with the development and justification parameters cleaner feeders./Thesis for the degree of candidate of technical sciences – Saratov, 1996–156 p.
9. Konovalov, V.V. The apparatus and process equipment for raschèt feeding pigs. – Penza: Penza State Agricultural Academy, 1998. – 176 p.
10. Konovalov, V.V. Concentrated feed enriched with fat/V.V. Konovalov, A.A. Kurochkin, K. M. Mishin//Rural mechanic, 2003. – № 1-S. 18.
11. 11. Konovalov, V.V. Mobile dispenser-mixer/V.V. Konovalov, S. I. Shcherbakov, S. V. Gusev//Cattle, 2003. – № 4. – S. 25.
12. 12. Konovalov, V.V. Theoretical studies of the drum feeder metering./V.V. Konovalov, L. V. Inozemtseva//Agricultural science – 2000. – № 4. – S. 17–18.
13. 13. Konovalov, V.V. Device for moistening dry bulk feed./V.V. Konovalov, A.A. Vlasov, V. M. Zimnyakov//Sheep, goats and wool business. – 1999. – № 9. – P. 36.
14. 14. Konovalov, V.V. Justification location sprayers components in mixing devices//Advances in science and technology APK.- 2004.- № 2. – S. 28–29.

ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

УДК 664.696

ИННОВАЦИОННЫЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОЙ ЭКСТРУЗИИ

В. С. Шинкарёв, И. С. Захаров, С. В. Кнестяпин

Проанализированы современные научные представления отечественных и зарубежных авторов о глубоком и разностороннем действии термопластической экструзии, способствующей трансформации биополимеров, модификации физико-химических свойств крахмалсодержащего сырья и повышении его технологического потенциала. Рассмотрены практические аспекты применения термопластической экструзии крахмалсодержащего зернового сырья в технологиях пищевых продуктов.

Ключевые слова: экструзия, технологические параметры, вакуумная камера, экструдат, качество.

Введение

С целью повышения пищевой ценности, безвредности зернового сырья, интенсификации технологических процессов при его переработке ученые предлагают различные физические способы обработки. При этом применение экструзионной обработки продовольственного сырья с целью изготовления полуфабрикатов, либо производства готовых к употреблению пищевых продуктов, является одним из многочисленных путей решения проблемы обогащения пищевых продуктов функциональными ингредиентами. Термопластическая экструзия обуславливает глубокую деструкцию биополимеров зерна, в первую очередь крахмальных зерен. В результате значительно повышается атакуемость крахмальных зерен и молекул белка гидролитическими ферментами. Происходящие при экструзии молекулярные взаимодействия между белками, крахмальными зёрнами, липидами и другими компонентами являются основой для создания экструдата с новыми текстурными, органолептическими и технологическими свойствами. Качественные характеристики экструдата, степень модификации его биополимеров определяются исходными свойствами продовольственного сырья, оптимальной конструкцией аппарата, а также режимами термомеханического процесса экструзии.

Целью представленной работы является сравнительный анализ последних достижений в области экструзионных технологий, способствующих созданию качественных продуктов питания.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись научные данные отечественных источников информации.

В качестве методов исследования использо-

вали методы анализа, синтеза, систематизации и обобщения.

Результаты и их обсуждение

Для производства экструдированной продукции применяют три основных способа экструдирования – холодную, теплую и горячую экструзию.

Для холодной экструзии характерна влажность исходного сырья от 30 до 60% и температура перед матрицей не выше 60 °С. Этот способ обработки применяют, в основном, при производстве макаронных изделий и в кондитерской отрасли.

Теплая экструзия предполагает увлажнение исходного сырья до 20–30% и применение температуры в предматричной зоне до 120 °С. Полученный экструдированный продукт характеризуется ячеистым строением, пластичностью и незначительным увеличением в объеме.

Горячая экструзия сырья, увлажненного до 20%, осуществляется с применением высоких скоростей, давления, при существенном переходе механической энергии в тепловую, что и обуславливает деструкцию биополимеров зерна.

Высокое давление в экструдере (до 25 МПа) и высокая температура (до 200 °С и выше) способствует более эффективной диффузии молекул перегретой воды в нативную структуру растительного материала по сравнению с условиями нормального давления в среде [1]. Обработываемый продукт выдавливается из экструдера через фильеру матрицы в среду с атмосферным давлением. Резкий перепад давления приводит к мгновенному, «взрывоподобному» испарению влаги, в том числе и диффундировавшей внутрь структуры материала. Нативная структура материала разрушается. Таков принцип большинства технологий получения продуктов экструдирования [2, 3, 4].

В то же время, есть сведения, что регулировать

степень расширения экструдата при выходе из фильеры можно путем воздействия на него избыточным давлением паровоздушной среды. Целью применения указанного технологического режима является снижение степени расширения экструдированной массы на выходе из фильеры. Применять избыточное давление авторы предлагают на уровне 5...15% от давления экструзии [5].

Интерес вызывают исследования, в которых предложен инновационный технологический прием воздействия на экструдированный материал пониженным давлением 0,02 ... 0,09 МПа, создаваемым в вакуумной камере на выходе массы из фильеры [6]. Экструдер, агрегатированной с вакуумной камерой, позволяет осуществлять процесс экструзионной обработки при низких температурных режимах, способствующих максимальному сохранению термолабильных функциональных ингредиентов в экструдате [7, 8].

Результаты, полученные авторами, свидетельствуют о возможности регулирования индекса расширения экструдатов (коэффициента взрыва) путем

изменения давления воздуха в вакуумной камере экструдера [9].

Качественные экструдированные зерновые полуфабрикаты, полученные по вакуумной экструзионной технологии, использованы для разработки хлебобулочных изделий [10], интенсификации технологических процессов в производстве пива и пивных напитков [11, 12].

Выводы

Таким образом, рассмотрены основные аспекты экструзионных технологий. Приведены сведения о наиболее рациональных технологических режимах экструзионной обработки. Представленные материалы свидетельствуют о возможности и целесообразности применения экструдированных продуктов в технологиях продуктов питания с целью их обогащения функциональными ингредиентами, что позволит повысить качество, способствовать укреплению здоровья населения Российской Федерации.

Список литературы

1. 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.
2. Крылова, В.Б. Научное обоснование и разработка технологии термопластической экструзии мясного и растительного сырья с целью расширения ассортимента мясопродуктов: автореф. ... д-ра техн. наук: 05.18.04/Крылова Валентина Борисовна. – М., 2006. – 46 с.
3. Мартиросян, В.В. Научные и практические аспекты применения экструдатов зернового сырья в технологии профилактических пищевых продуктов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01/Мартиросян Владимир Викторович. – М., 2013. – 52 с.
4. Остриков, А.Н. Исследование реологических свойств пищевых экструдированных текстуратов/А.Н. Остриков, А.А. Смирных, М.А. Глухов, А.С. Рудометкин//Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008. – № 3. – С. 43–45.
5. Способ приготовления пищевого экструдированного продукта: пат. 2132628 Российская Федерация: МПК6 А 23 Р 1/12, А 23 L 1/18./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, Бюл. № 28. – 3 с.
6. 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.
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. – № 30. – с. 70–76.
8. Курочкин, А.А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя/А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова//Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 12.
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. 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.
11. 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.
12. Шабурова, Г.В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов/Г.В.

Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина//Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1. – С. 90–96.

VECTOR OF INNOVATION THERMOPLASTIC EXTRUSION

V. S. Shinkarev, I. S. Zakharov, S. V. Knestyapin

Analyzed by modern scientific representation domestic and foreign authors on the deep and versatile Thermoplastic extrusion action conducive to the transformation of biopolymers, modification of the physicochemical properties of starch-containing raw materials and increase its technological capabilities. Practical aspects of Thermoplastic extrusion of starch-containing grain raw material in food technologies.

Keywords: extrusion, process parameters, vacuum chamber, the extruded product, quality.

References

1. Kraus, S. Improvement of technology of extrusion processing of starch grain material: Author. dis. ...Dr. tehn. Sciences: 05.18.01/Kraus Sergey Viktorovich. – M., 2004. – 54 p.
2. Krylova, V.B. Scientific substantiation and working out of thermoplastic extrusion of meat and vegetable raw materials with the aim of expanding the range of meat products: Author. ...Dr. tehn. Sciences: 05.18.04/Valentina B. Krylova. – M., 2006. – 46 p.
3. Martirosyan, V. Scientific and practical aspects of extrudates grain raw materials in technology of prevention of food: Author. dis. ...Dr. tehn. Sciences: 05.18.01/Vladimir Martirosyan. – M., 2013. – 52 p.
4. Ostrikov, A.N. Study of rheological properties of extruded food textureing/A.N. Ostrikov, A.A. Meek, M.A. Glukhov, A.S. Rudometkin//Storage and processing of agricultural raw materials. – 2008. – № 3. – S. 43–45.
5. A method for preparing extruded food product: Pat. 2132628 Russian Federation: MPK6 A 23 P 1/12, A 23 L 1/18./P. G. Rudas, A. F. Doronin, V. I. Stepanov; applicant and patentee Moscow State Academy of Food Production. – № 97113457/13; appl. 28.07.1997; publ. 10.07.1999, Bull. № 28. – 3.
6. Kurochkin, A.A. Regulation of functional and technological properties of extrudates Vegetation raw materials/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronin//Proceedings of the Samara State Academy of agritural. – 2012. – № 4. – S. 86–91.
7. Kurochkin, A.A. Modeling the process of obtaining extrudates based on new technological solutions/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronin//Volga Niva. – 2014. – № 30. – p. 70–76.
8. Kurochkin, A.A. amino acid composition of extruded barley/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova//Beer and beverages. – 2008. – № 4. – S. 12.
9. Kurochkin, A.A., regulation structure extrudates starch grain material/A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronin//Proceedings of the Samara State-rural-agricultural academy. – 2013. – № 4. – S. 94–99.
10. Shaburova, G.V. Extruded barley as a functional food ingredient PRODUCT TO-ing/T.B. Shaburova, E. V. Petrosova, T. V. Slask, A.A. Kurochkin//Food Industry, 2012. – № 10. – p. 44–45.
11. Voronin, P.K. Formation of quality beer in the fermentation of beer wort with the use extrudate-vaniem barley/P.K. Voronin, A.A. Kurochkin//Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. – 2012. – № 4. S. 100–103.
12. Shaburova, G.V. Increasing the technological capacity unmalted cereals/T.B. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronin//Engineering and technology of food production. – 2014. – № 1. – S. 90–96.

ИНФОРМАЦИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Воронина, П. К. Исследование микроструктуры экструдированного проса / П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 5–7.

Воронина Полина Константиновна

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

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

Зимняков, В. М. Заквасочная культура – технологический инструмент высококачественных молочных продуктов/В. М. Зимняков, И. В. Гаврюшина // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 8–12.

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

Шабурова, Г. В. Жирнокислотный состав липидов экструдированного зернового сырья/Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 13–16.

Шабурова Галина Васильевна

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

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

Воронина Полина Константиновна

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

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата/А. А. Курочкин//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 17–22.

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

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

Терентьев, А. Б. Анализ энергоэффективности работы сушилки кипящего слоя/А. Б. Терентьев, К. Ю. Мокроусова, С. В. Чекайкин//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 23–25.

Терентьев Андрей Борисович

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел.: 8(8412) 49-59-80
E-mail: abris_penzgtu@mail.ru

Terentev Andrei Borisovich

Candidate of technical sciences, associate professor
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone: 8 (8412) 49-59-80
E-mail: abris_penzgtu@mail.ru

Мокроусова Кристина Юрьевна

Инженер ЦУНИД
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел.: 8 (841) 20-37-42
E-mail: kristis.07@mail.ru

Mokrousova Christina Yrievna

Engineer TSUNID
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone: 8 (8412) 20-42-37
E-mail: kristis.07@mail.ru

Чекайкин Сергей Васильевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
E-mail: cheksv@mail.ru

Chekaykin Sergey Vasilievich

Candidate of technical sciences, associate professor
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
E-mail: cheksv@mail.ru

Пчелинцева, О. Н. Определение оптимальных параметров процесса дробления зерна в вальцовых дробилках/О. Н. Пчелинцева, Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 26–29.

Пчелинцева Ольга Николаевна

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

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

Фролов Дмитрий Иванович

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

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

Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 30–35.

Фролов Дмитрий Иванович

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

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

Курочкин, А. А. Технология производства кормов на основе термовакuumной обработки отходов сельскохозяйственного производства/А. А. Курочкин, Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 36–40.

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

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

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

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

Коновалов, В. В. К вопросу влияния технических средств, кормов и величины их потерь на эффективность свиноводства/В. В. Коновалов//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 41–45.

Коновалов Владимир Викторович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный
технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

Konovalev Vladimir Viktorovich

FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: konovalov-penza@rambler.ru

Трибуна молодого ученого

Шинкарев, В. С. Инновационный вектор развития термопластической экструзии/В. С. Шинкарев, И. С. Захаров, С. В. Кнестяпин//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 46–48.

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

№ 4 (01) / 2014

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 11.12.2014. Формат 60X84/8

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

Усл. печ. л. 6,39. Уч. изд. л. 6,05. Заказ № 848. Тираж 100 экз.