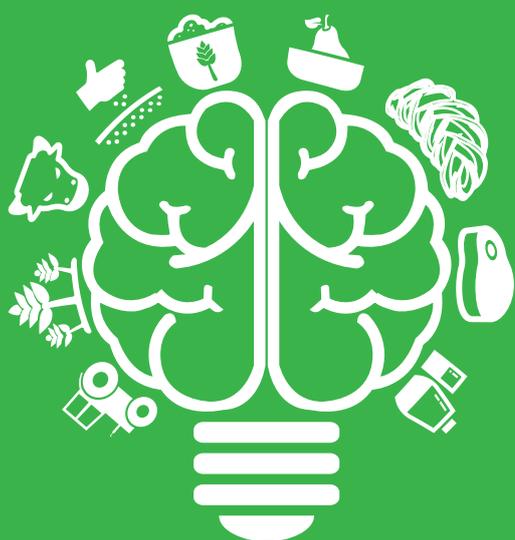


ISSN 2414-9845 (Online)
ISSN 2410-0242 (Print)



**ИННОВАЦИОННАЯ
ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИЯ**

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

№3 (16) 2018

Научно-теоретический и практический журнал

ISSN 2414-9845 (Online)
ISSN 2410-0242 (Print)



**ИННОВАЦИОННАЯ
ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИЯ**

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

№3 (16) 2018

Научно-теоретический и практический журнал

ISSN 2414-9845 (Online)
ISSN 2410-0242 (Print)

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 3 (16) 2018

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

Д. И. Фролов, канд. техн. наук, доцент
(Пензенский государственный технологический университет)

Зам. главного редактора

А. А. Курочкин, д-р техн. наук, профессор
(Пензенский государственный технологический университет)

Редакционная коллегия:

А. М. Зимняков, канд. хим. наук, доцент
(Пензенский государственный университет);

В. М. Зимняков, д-р экон. наук, профессор
(Пензенская государственная сельскохозяйственная академия);

В. В. Коновалов, д-р техн. наук, профессор
(Пензенский государственный технологический университет);

А. И. Купреенко, д-р техн. наук, профессор
(Брянский государственный аграрный университет);

В. И. Курдюмов, д-р техн. наук, профессор
(Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П. А. Столыпина);

О. Н. Кухарев, д-р техн. наук, профессор
(Пензенская государственная сельскохозяйственная академия);

В. А. Милюткин, д-р техн. наук, профессор
(Самарская государственная сельскохозяйственная академия);

В. Ф. Некрашевич, д-р техн. наук, профессор
(Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева);

С. В. Чекайкин, канд. техн. наук, доцент
(Пензенский государственный технологический университет);

Г. В. Шабурова, канд. техн. наук, доцент
(Пензенский государственный технологический университет)

Адрес редакции:

Фролов Дмитрий Иванович
г. Пенза, ул. Антонова, д.26 к.209
E-mail: surr@itit58.ru, surr@bk.ru
Издается 4 раза в год

Журнал «Иновационная 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., 2018 © ООО НТК «Эврика!», 2018

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

No. 3 (16) 2018

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

D. I. Frolov, candidate of technical sciences,
associate professor
(Penza State Technological University)

Deputy-chief editor

A. A. Kurochkin, doctor of technical sciences, professor
(Penza State Technological University)

Editorial board members:

A. M. Zimnyakov, cand. of chemical sciences, assoc. professor
(Penza State University);

V. M. Zimnyakov, doctor of economic sciences, professor
(Penza State Agricultural Academy);

V. V. Konovalov, doctor of technical sciences, professor
(Penza State Technological University);

A. I. Kupreenko, doctor of technical sciences, professor
(Bryansk State Agrarian University);

V. I. Kurdyumov, doctor of technical sciences, professor
(Ulyanovsk State Agricultural Academy
in honor of P.A. Stolypin);

O. N. Kuharev, doctor of technical sciences, professor
(Penza State Agricultural Academy);

V. A. Milutkin, doctor of technical sciences, professor
(Samara State Agricultural Academy);

V. F. Nekrashevich, doctor of technical sciences, professor
(Ryazan State Agrotechnological University
Named After P.A. Kostychev);

S. V. Chekaykin, cand. of technical sciences,
associate professor
(Penza State Technological University);

G. V. Shaburova, candidate of technical sciences,
associate professor
(Penza State Technological University)

The editorial office address:

Dmitry Ivanovich Frolov
Penza, st. Antonov 26-209
E-mail: surr@itit58.ru, surr@bk.ru
Issued 4 times a year

“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., 2018 © ООО НТК «Эврика!», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Качество булочных изделий с экструдированной смесью семян льна и зерна пшеницы <i>Шабурова Г.В.</i>	5
Современные тенденции и перспективы использования экструдатов в функциональных пищевых продуктах <i>Фролов Д.И.</i>	10

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Энергосберегающая технология переработки куриного помета в органическое удобрение <i>Курочкин А.А.</i>	16
Влияние объемного расхода сырья на подачу вакуумного насоса модернизированного экструдера <i>Курочкин А.А., Чекайкин С.В.</i>	20
Вопросы создания трансформируемого колесного трактора <i>Матмуродов Ф.М.</i>	25
Материальный баланс медового пчелиного сота <i>Некрашев В.Ф., Мамонов Р.А., Торженева Т.В., Воробьева И.В., Афанасьев А.М.</i>	30
Математическое описание метода определения граничного диаметра частицы в гидроциклоне с учетом структурно-механических свойств разделяемой суспензии <i>Пчелинцева О.Н.</i>	33
Теоретический подход к моделированию пищевой экструзии <i>Фролов Д.И.</i>	38

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Производство мяса индейки на промышленной основе <i>Зимняков В.М., Дмитриева С.Ю.</i>	42
---	----

ИНФОРМАЦИЯ

Сведения об авторах. Требования к оформлению статей	50
--	----

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

- Quality of bakery products with extruded mixture seeds of flax and wheat grain**
Shaburova G.V......5
- Current trends and prospects for the use of extrudates in functional foods**
Frolov D.I......10

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

- The question of perfection of technology for processing poultry litter**
Kurochkin A.A......16
- The influence of the volumetric flow of raw materials to supply the vacuum pump upgraded extruder**
Kurochkin A.A., Chekalkin S.V......20
- Questions of creation of the transformed wheel tractor**
Matmurodov F.M......25
- Material balance of the honey bee honeycomb**
Nekrashevich V.F., Mamonov R.A., Torzhenova T.V., Vorobyeva I.V., Afanasiev A.M......30
- Description of the method for the determination of the boundary diameter of the particles in the hydrocyclone taking into account the structural-mechanical properties of partial suspension**
Pchelinceva O.N......33
- The theoretical approach to modeling food extrusion**
Frolov D.I......38

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF AGRICULTURE

- The turkey meat production on the industrial basis**
Zimnyakov V.M., Dmitrieva S.Yu......42

INFORMATION

- Information about the authors. Requirements for the articles**.....50

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664:634.18

КАЧЕСТВО БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ЭКСТРУДИРОВАННОЙ СМЕСЬЮ СЕМЯН ЛЬНА И ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Шабурова Г.В.

Рассмотрена возможность и целесообразность применения экструдированной смеси семян льна и зерна пшеницы при производстве булочных изделий, проведен анализ органолептических показателей изделий, изготовленных с заменой части пшеничной муки высшего сорта на муку экструдированной смеси семян льна и зерна пшеницы, сравнение с показателями изделий, изготовленных по традиционной рецептуре.

Ключевые слова: булочные изделия, экструдированная смесь льна и пшеницы, органолептические показатели, физико-химические показатели.

Введение

В качестве основных приоритетных задач, указанных в распоряжениях Правительства Российской Федерации «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» (от 25 октября 2010 г. № 1873-р), «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г.», указана необходимость создания продуктов питания, в том числе и хлебобулочных изделий, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами, расширение ассортимента продуктов массового потребления, соответствующих основным принципам рационального питания.

Решение указанных задач может быть достигнуто путем применения сырьевых ресурсов, обладающих химическим составом и функционально-технологическими свойствами, обуславливающими обогащение изделий комплексом функциональных пищевых ингредиентов (белков, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ), а также интенсификацию биотехнологических процессов производства хлебобулочных изделий.

В связи с этим, поиск новых технологических решений в производстве продуктов питания функционального назначения и разработка технологий их производства является актуальным. Одним из инновационных направлений улучшения ассортиментной политики, коррекции пищевой ценности хлебобулочных изделий является разработка технологий с использованием в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов муки различных зерновых культур взамен части пшеничной муки в рецептуре.

В связи с этим создание изделий массового потребления повышенной пищевой и биологической

ценности с одновременным обеспечением технологических показателей качества хлеба выдвигает решение проблемы совершенствования сырьевой базы отечественной промышленности. Следует отметить, что одним из наиболее успешных и эффективных способов модификации химического состава и функционально-технологических свойств растительного сырья является экструзионная технология, позволяющая получать обогащающие добавки или продукты питания с повышенной пищевой и биологической ценностью. Повышение пищевой ценности экструдированного сырья обусловлено увеличением количества водорастворимых веществ в результате гидролиза крахмала и образованием моно- и дисахаридов [1, 2, 3]. Представляет интерес использование в технологии булочных изделий экструдированной смеси семян льна и зерна пшеницы, полученной по специальной технологии с применением экструзии с термовакuumным эффектом [4, 5].

Семена льна в нативном виде широко используются в хлебопечении, в кондитерской отрасли [6, 7, 8]. Высокая пищевая и биологическая ценность семян льна обусловлена их богатым химическим составом, характеризующимся высоким содержанием функциональных пищевых ингредиентов: полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) семейства омега-3, пищевых волокон (25–28%), белка (20–30%). Белки семян льна лимитированы по лизину, но характеризуются высоким коэффициентом перевариваемости (89,6%) и биологической ценностью (77,4%). В семенах льна содержится 35–45% масла, в котором более 50% альфа-линоленовой кислоты. Уровень содержания витаминов группы В и ряда минеральных веществ семян льна близок к уровню зерновых культур [9, 10].

Целью работы являлась исследование органолептических показателей сдобных булочных изделий с заменой части пшеничной муки на экструдированную смесь семян льна и зерна пшеницы.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика химического состава экструдированной смеси семян льна и зерна пшеницы и пшеничной муки высшего сорта (г/100 г)

Наименование показателя	Рекомендуемый уровень суточного потребления [11]	Мука пшеничная высшего сорта		Экструдированная смесь семян льна и зерна пшеницы	
		содержание пищевых веществ в 100 г	степень удовлетворения суточной потребности, %	содержание пищевых веществ в 100 г	степень удовлетворения суточной потребности, %
Массовая доля влаги	–	14,5	–	7	–
Массовая доля протеина	75	10,3	13,7	16,3	21,7
Массовая доля липидов	83	1,1	1,3	11,1	13,4
в том числе, ПНЖК	11	0,5	4,5	7	63,6
ω -3 (α -линоленовая ЖК)	1	0,03	3	5,1	510
ω -6 (линолевая ЖК)	10	0,47	4,7	1,9	19
Массовая доля клетчатки	30	0,1	0,3	11,5	38
Массовая доля золы	–	0,5	–	1,4	–
Массовая доля углеводов	365	73,5	20,1	52,7	14,4
Энергетическая ценность, ккал	2500	345,5	16,1	422	16,9

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является изучение технологии булочных изделий с использованием экструдированной смеси семян льна и зерна пшеницы (ЭС). Предметом исследования является ЭС, полученная в результате воздействия на смесь семян льна и зерна пшеницы экструзионной обработки, способствующей модификации ингредиентов смеси.

Экструдированная смесь получена на экструдере КМЗ-2У, модернизированном и оснащеном вакуумной камерой. Соотношение семян льна и зерна пшеницы в экструдированной смеси составляет (в %) 25:75. Изучали органолептические свойства булочных изделий с применением экструдированной смеси семян льна и зерна пшеницы.

Результаты и их обсуждение

Результаты сравнительного анализа химического состава экструдированной смеси семян льна и зерна пшеницы и пшеничной муки высшего сорта, а также степень удовлетворения суточной потребности ингредиентов приведены в табл. 1.

Установлено, что 100 г ЭС характеризуются высоким содержанием протеина, обеспечивающего более 20 % суточной потребности организма человека.

Анализ липидного состава ЭС и оценка биологической эффективности свидетельствует о том, что содержание линолевой кислоты (ω -6) составляет 19 % от рекомендуемого уровня суточного потребления; линоленовой кислоты (ω -3) – более, чем в 5 раз превышает рекомендуемый уровень суточного потребления.



Рис. 1 Профилограмма органолептических показателей булочных изделий с применением ЭС

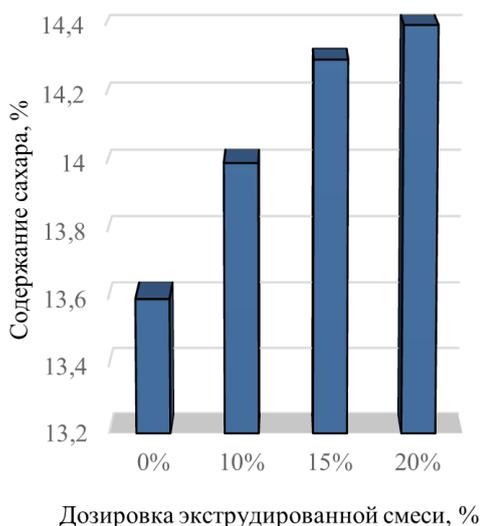


Рис. 2. Содержание сахара в булочных изделиях с применением экстрадированной смеси семян льна и зерна пшеницы

Степень удовлетворения суточной потребности организма человека в клетчатке за счет ее содержания в ЭС составляет 38 %. Массовая доля углеводов в ЭС ниже, чем в пшеничной муке высшего сорта в 1,4 раза.

Следует отметить, что 100 г ЭС обеспечивают более 14 % суточной потребности человека в энергии.

Таким образом, ЭС представляет собой концентрированный источник ПНЖК (ω -3 и ω -6), относящихся к дефицитным функциональным пищевым ингредиентам в рационе питания населения.

С целью обоснования целесообразности применения ЭС в технологии булочных изделий осуществляли лабораторные выпечки. Контрольным образцом при разработке рецептуры булочного изделия с ЭС служила рецептура плюшки «Московская», вырабатываемой из муки высшего сорта.

В качестве опытных образцов служили образцы с заменой пшеничной муки высшего сорта на ЭС в количестве 10,15 и 20%. Экструдированную смесь вносили одновременно с пшеничной мукой при замесе теста.

Результаты, полученные при оценке органолептических показателей, приведены на рис. 1.

Анализ результатов органолептической оценки образцов показал, что внесение ЭС в рецептуру булочных изделий из пшеничной муки высшего сорта благоприятно сказывается на всех показателях готовых изделий, особенно, в вкусе, аромате и пористости. Образцы с внесением ЭС взамен части муки 10 и 15% имеют суммарную оценку баллов выше, чем у контрольного образца.

При увеличении содержания ЭС свыше 15% наблюдается ухудшение органолептических показателей. Вкус и запах булочных изделий приобретает заметный тон льна, появляется выраженное послевкусие. Увеличивается интенсивность окраски корок и мякиша изделий, цвет становится более темным.

У готовых изделий оценивали такие показатели как содержание сахара и кислотность изделий.

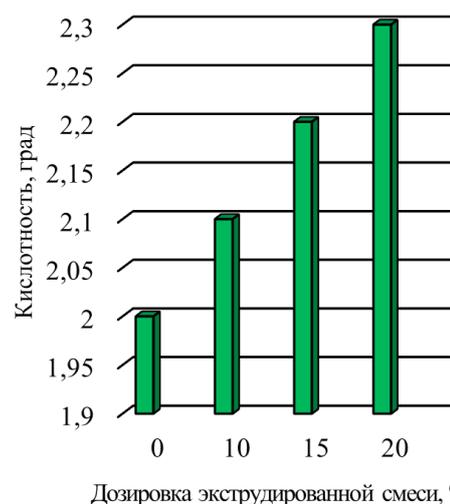


Рис. 3. Влияние экстрадированной смеси семян льна и зерна пшеницы на кислотность готовых булочных изделий

Результаты определения сахара рефрактометрическим методом готовых булочных изделий представлены на рис. 2.

Анализируя результаты исследований, можно сделать вывод, что с увеличением вносимой дозировки в муку ЭС увеличивается содержание сахара в готовом изделии. Можно предположить, что при разработке технологии возможна снижение количества сахара в рецептуре.

Показатель титруемой кислотности у обогащенных образцов выше, чем у контрольного в 1,1-1,2 раза, что обусловлено изначально высокой кислотностью ЭС за счет высокого содержания жирных кислот (рис. 3). При этом необходимо отметить, что значение показателя кислотности образцов, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами ЭС, находится в пределах допустимых норм и не ухудшает органолептические показатели изделий.

Таким образом, результаты оценки качественных показателей лабораторных выпечек булочных изделий свидетельствуют о целесообразности применения экстрадированной смеси семян льна и зерна пшеницы и разработки рецептур изделий функционального назначения.

Выводы

Проведены исследования по совершенствованию технологии булочных изделий на основе применения экстрадированной смеси семян льна и зерна пшеницы. Доказана возможность использования экстрадированной смеси семян льна и зерна пшеницы с целью разработки технологии булочных изделий, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами: полиненасыщенными жирными кислотами, белком, пищевыми волокнами. Обоснованы высокие органолептические и физико-химические показатели булочных изделий при замене 10,0% пшеничной муки высшего сорта на экстрадированную смесь семян льна и зерна пшеницы.

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] Mercier, C. Veranderund der Struktur und Verdaulichkeit von Getreidestärke beim Extrudieren / C. Mercier // Getreide, Mehl und Brot. 1980. № 34. S. 52.
- [3] Гарш З.Э. Совершенствование технологии ржаных солодовых экстрактов с применением экструзии: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01/Гарш Зинаида Эргардовна. М., 2010. 26 с.
- [4] Патент 2460315 Российская Федерация МПК А23L1/00. Способ производства экструдатов / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов. № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25. 6 с.
- [5] Курочкин А.А. , Воронина П.К. , Шабурова Г.В. , Фролов Д.И. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 104-111.
- [6] Миневиц, И. Э. Использование семян льна в хлебопечении / И. Э. Миневиц, В. А. Зубцов, Т. Б. Цыганова // Хлебопродукты. 2008. № 3. С. 56–57.
- [7] Пашенко Л.П. Семена льна в технологии пищевых продуктов функционального назначения / Л.П. Пашенко, А.С. Прохорова, Л.А. Коваль, И.В. Ущаповский, В.П. Козлов, Т.А. Рожмина // Нетрадиционные и редкие растения, природные соединения и перспективы их использования. Белгород, 2006. Т. 2. С. 460-464.
- [8] Меренкова С.П. Перспективы выращивания льна масличного в уральском регионе и его использования в кондитерской отрасли / С.П. Меренкова, А.П. Колотов, Н.А. Кипрушкина, К.К. Стеникова // АПК России. 2017. Т. 24. № 1. С. 74-79.
- [9] Мартинчик А.Н. Пищевая ценность и функциональные свойства семян льна / А.Н. Мартинчик, А.К. Батурич, В.В. Зубцов, В.Ю. Молофеев // Вопросы питания. 2012. Т. 81. № 3. С. 4-10.
- [10] Миневиц И.Э. Гидроколлоиды семян льна: характеристика и перспективы использования в пищевых технологиях/И.Э. Миневиц, Л.Л. Осипова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2017. № 3. С. 16-25.
- [11] Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011. Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года N 881 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eurasiancommission.org/>.

QUALITY OF BAKERY PRODUCTS WITH EXTRUDED MIXTURE SEEDS OF FLAX AND WHEAT GRAIN

Shaburova G.V.

The possibility and feasibility of using an extruded mixture of flax seeds and wheat grain in the production of bakery products are considered, an analysis of the organoleptic characteristics of products made with the replacement of part of the highest-grade wheat flour by the flour of an extruded mixture of flax seeds and wheat grain is carried out, compared with the results of products made according to a traditional recipe.

Keywords: *bakery products, extruded mixture of flax and wheat, organoleptic indicators, physico-chemical indicators.*

References

- [1] Kraus S. V. Sovershenstvovanie tekhnologii ekstruzionnoi pererabotki krakhmalsoderzhashchego zernovogo syr'ya: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.18.01/Kraus Sergei Viktorovich. M., 2004. 54 p.
- [2] Mercier, C. Veranderund der Struktur und Verdaulichkeit von Getreidestärke beim Extrudieren / C. Mercier // Getreide, Mehl und Brot. 1980. № 34. p. 52.
- [3] Garsh Z.E. Sovershenstvovanie tekhnologii rzhanykh solodovykh ekstraktov s primeneniem ekstruzii: avtoreferat dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01/Garsh Zinaida Ergardovna. M., 2010. 26 p.
- [4] Patent 2460315 Rossiiskaya Federatsiya MPK A23L1/00. Sposob proizvodstva ekstrudatov / G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Avrorov, P.A. Erushov. № 2011107960; zayavl. 01.03.2011; opubl. 10.09.2011, Byul. № 25. 6 p.
- [5] Kurochkin A.A. , Voronina P.K. , Shaburova G.V. , Frolov D.I. Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym sodержaniem lipidov i pishchevykh volokon // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2016. № 3 (42). pp. 104-111.

- [6] Minevich, I. E. Ispol'zovanie semyan l'na v khlebopechenii / I. E. Minevich, V. A. Zubtsov, T. B. Tsyganova // Khleboprodukty. 2008. № 3. pp. 56–57.
- [7] Pashchenko L.P. Semena l'na v tekhnologii pishchevykh produktov funktsional'nogo naznacheniya / L.P. Pashchenko, A.S. Prokhorova, L.A. Koval', I.V. Ushchapovskii, V.P. Kozlov, T.A. Rozhmina // Netraditsionnye i redkie rasteniya, prirodnye soedineniya i perspektivy ikh ispol'zovaniya. Belgorod, 2006. T. 2. pp. 460-464.
- [8] Merenkova S.P. Perspektivy vyrashchivaniya l'na maslichnogo v ural'skom regione i ego ispol'zovaniya v konditerskoi otrasli / S.P. Merenkova, A.P. Kolotov, N.A. Kiprushkina, K.K. Stennikova // APK Rossii. 2017. T. 24. № 1. pp. 74-79.
- [9] Martinchik A.N. Pishhevaya tsennost' i funktsional'nye svoistva semyan l'na / A.N. Martinchik, A.K. Baturin, V.V. Zubtsov, V.Yu. Molofeev // Voprosy pitaniya. 2012. T. 81. № 3. pp. 4-10.
- [10] Minevich I.E. Gidrokolloidy semyan l'na: kharakteristika i perspektivy ispol'zovaniya v pishchevykh tekhnologiyakh/I.E. Minevich, L.L. Osipova // Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv. 2017. № 3. pp. 16-25.
- [11] Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza «Pishhevaya produktsiya v chasti ee markirovki» TR TS 022/2011. Utverzhden Resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza ot 9 dekabrya 2011 goda N 881 [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://www.eurasiancommission.org/>.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРУДАТОВ В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Фролов Д.И.

В настоящей статье рассмотрены достижения, достигнутые в разработке экструдированных продуктов из зернового сырья. Кроме того, проанализированы текущие тенденции использования экструдированной муки в качестве ингредиентов, таких как гидроколлоиды, заменителей жира и для разработки безглютеновых, богатых фенолом, низкогликемических и функциональных пищевых продуктов.

Ключевые слова: *экструзия, функциональные продукты, фенолы, гидроколлоиды, заменитель жира.*

Введение

В настоящее время спрос на новые и здоровые продукты привел к формированию довольно успешного рынка продуктов из цельного зерна, проса и бобовых. В этом контексте особого внимания при разработке новых продуктов заслуживает уникальный пищевой профиль этих злаков, включающий в себя пищевые волокна, микроэлементы, безглютеновые белки и фитохимические вещества. Однако использование необработанной или нативной муки обладает определенными недостатками. Нативные муки обладают плохими функциональными свойствами, что делает их непригодными для использования в определенных продуктах и часто требуют некоторой модификации или других ингредиентов, добавок для достижения желаемых результатов. Нативные муки характеризуются низким водопоглощением, низкой растворимостью и высокой склеивающей способностью по сравнению с обработанными аналогами. Включение нативной безглютеновой муки в хлебобулочные изделия пагубно влияет на технологические и текстурные свойства, особенно на плохую текстуру мякиша и более быстрое черствение. Этими дефектами можно управлять с помощью технологических добавок, таких как клейковина, гидроколлоиды, модифицированные крахмалы и ферменты.

Функциональные свойства нативной муки также могут быть улучшены путем гидротермических обработок, таких как экструзия; без использования каких-либо химических веществ. Экструзия представляет собой высокотемпературную, кратковременную технологию обработки, в которой пищевые материалы пластифицируются и готовятся путем сочетания температуры и механического сдвига под давлением. Это приводит к молекулярной трансформации и химическим реакциям, которые изменяют функциональные свойства, питательный и фитохимический состав пищи. Экструдированный продукт стабилен, обладает определенной текстурой и увеличенным сроком годности, что повышает их приемлемость. Интерес к использованию экструзии в

пищевой промышленности обусловлен тем, что она способна смешивать различные ингредиенты в новые продукты и, следовательно, может быть полезна при разработке функциональных продуктов [1]. Множество публикаций критически подчеркивают потенциал экструдированной муки как функциональных закусок, сухих завтраков, добавок в хлеб и т. д. [2–6]. Параллельно с увеличенными возможностями применения растут и физико-химические, функциональные и питательно-значимые эффекты обработки экструзией.

Целью настоящего исследования является обзор влияния экструзии на физико-химические (гидратационные), функциональные (антиоксиданты, фенолы) и вискозиметрические / склеивающие свойства зерновых и зернобобовых культур.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является обобщение современных тенденций и перспектив в расширении применения экструдированной муки в качестве ингредиентов и добавок для разработки качественных продуктов без глютена и с низким содержанием жира.

Результаты и их обсуждение

Во время экструзии муку подвергают высокотемпературному и деформационному сдвигу при относительно низких уровнях содержания влаги, что помогает эффективно модифицировать функциональность композитных зерновых смесей путем желатинизации и деградации крахмала, растворения диетических волокон, агрегации белка и инактивации антипитательных факторов. Процесс экструзии обеспечивает значительную возможность изменять скорость подачи, влажность, скорость вращения шнека и температуру внутри экструдера, подходящую для состава продукта, усиливая изменения их гидратационных свойств, текстур, биологически активных соединений и склеивающей способности (вискозиметрических свойств). Тем

не менее, степень модификаций зависит от уровня задействованных переменных процесса и выбора соответствующих условий обработки.

Экструдированные продукты характеризуются несколькими физико-химическими свойствами, такими как индекс водопоглощения, индекс растворимости в воде, индекс поглощения воды, индекс растворимости белка, индекс растворимости азота, способность к желатинизации, индекс растворимости эмульсии и т. д. В частности, такие гидратные свойства, как индекс водопоглощения и индекс растворимости в воде, важны и предсказывают поведение материалов при дальнейшей обработке в экструдированные продукты. Изменение гидратационных свойств при экструзии может быть связано со структурными изменениями полимерных (крахмал и белок) и/или неполимерных (липидных) макромолекулярных компонентов. На эти свойства влияют главным образом размер и структура крахмальных гранул. Индекс водопоглощения указывает на количество воды, иммобилизованной крахмалом, и считается индикатором степени желатинизации крахмала. Высокие значения индекса водопоглощения являются хорошим показателем поврежденных фрагментов крахмала в конечном продукте. Принимая во внимание, что индекс растворимости в воде определяет количество высвободенных молекулярных компонентов из гранулы крахмала, тем самым отражает степень деградации и превращения молекулярных компонентов (крахмала, белков и волокна) при экструзии.

В общем, экструдированные продукты улучшают водопоглощение и растворимость по сравнению с их нативными аналогами из-за желатинизации крахмала. Желатинизированный крахмал обладает более высокой способностью поглощать воду, чем природные гранулы крахмала при комнатной температуре. Увеличение значения индекса водопоглощения, вероятно, связано с обнаружением гидрофильных групп в экструдированном крахмало-белковом материале, разворачиванием и рыхлением биополимерных цепей, что приводит к большей доступности и более легкому проникновению в структуры молекулами воды. Помимо крахмальной желатинизации, которая приводит к высвобождению амилозы и амилопектина, экструзия может также индуцировать декстринизацию и другие реакции, которые приводят к образованию низкомолекулярных соединений, увеличивая индекс растворимости в воде. Однако молекулярные взаимодействия между деградированным крахмалом, белками и липидами могут уменьшить степень увеличения. Усовершенствованные свойства гидратации экструдированных продуктов были подтверждены многочисленными исследователями.

Значения индекса водопоглощения и индекса растворимости в воде экструдированных продуктов зависят от нескольких факторов, таких как свойства сырья (размер частиц, состав), предварительной обработки и параметров обработки [7, 8]. Экструзион-

ные переменные, такие как влажность смеси, температура и скорость вращения шнека, значительно влияют на свойства гидратации. Интенсивность экструзии, высокая температура в стволе экструдера в сочетании с малой подачей и высокой влажностью смеси повышают гидратационные свойства. Общеизвестно, что влажность смеси оказывает наибольшее влияние на экструдат способствующая клейстеризации. При высокой влажности вязкость крахмала низкая, что обеспечивает обширное внутреннее перемешивание и равномерный нагрев, что объясняет усиленную клейстеризацию крахмала. Кроме того, эффект смазки при высокой влажности уменьшает трение между тестом смеси и винтовыми элементами, а также между тестом и стволом, что приводит к снижению температуры теста, что предотвращает серьезное механическое разрушение гранул крахмала. С другой стороны, условия низкой влажности приводят к большей деградации сдвига крахмала во время экструзии. Поэтому индекс водопоглощения увеличивается, а индекс растворимости в воде уменьшается с увеличением влажности смеси.

Наряду с влажностью обрабатываемого сырья и техническими параметрами экструдера на пористость получаемого экструдата существенное влияние оказывает давление воздуха в вакуумной камере экструдера [9–14].

Высокая температура, связанная с высокой скоростью вращения шнека, способствует разрыву и разрушению крахмальных гранул, способствуя высокой концентрации декстринизации / крахмала и коагуляции белка, которая преобладает над желатинизацией, тем самым повышая растворимость в воде. С другой стороны, низкая температура и скорость вращения шнека уменьшают эффект сдвига на гранулах крахмала, таким образом, благоприятствует процессу желатинизации и увеличивает индекс водопоглощения по сравнению с индексом растворимости в воде. Это объясняется высоким временем пребывания (при низкой скорости вращения шнека), подвергая материал воздействию высокой тепловой энергии, усиливающей разрушение крахмала и увеличивая индекс растворимости в воде.

Таким образом, понятно, что гидратационные свойства экструдированных продуктов в основном связаны между собой различными параметрами экструзии и композицией смеси, что отражает это изменение. Улучшенные индекс водопоглощения и индекс растворимости в воде из экструдированной муки могут найти применение в таких продуктах питания, как детское питание, десерты, молочные продукты, колбаса, майонез, плавленый сыр, супы и т. д.

Доказано влияние экструзии на фенольные соединения цельнозерновых злаков, проса и зернобобовых, которые являются одним из совершенных источников биологически активных соединений, в том числе фенольных, флавоноидных соединений,

обладающих доказанным оздоровительным действием на организм человека. Основное внимание в исследованиях по-прежнему уделяется количественному определению фенолов и антиоксидантной активности сырых / необработанных зерен, которые не представляется оправданными, так как крупы и другие зерновые употребляются в пищу после варки или обработки. В последнее время фокус исследований сместился, и эффект экструзии на биоактивные вещества тщательно изучается.

Хранение или деградация фенолов, флавоноидов или других биоактивных веществ во время обработки экструзией зависит от температуры и других переменных, поскольку они чувствительны к теплу и изменяются при воздействии температуры выше 80°C. Высокая температура во время экструзии разлагает или изменяет молекулярную структуру фенольных соединений, что может дополнительно привести к снижению их химической реакционной способности или экстрагируемости. Сообщается о значительном снижении общего количества фенолов в экструдированной цельной муке из гороха, нута и фасоли. Экструзия при высоком содержании влаги удерживала большее количество фенолов при низкой температуре, чем высокой температуре. Тем не менее, экструзия при высокой влажности смеси, низкой температуре и высокой скорости вращения шнека сохранила значительный процент биоактивных веществ. Аналогичные результаты были также обнаружены в экструдатах из рисового теста и экструдированной ячменной муке. Авторы заметили, что снижение биоактивных соединений зависит от состояния процесса. Высокая влажность корма во время экструзии защищает фенольные соединения от деградации из-за мягкой обработки в цилиндре экструдера [15, 16].

Интересно, что некоторые исследования показали заметное увеличение свободных / связанных фенольных соединений после экструзии. Установлено, что фенольное содержание экструдированных темно-красных бобов увеличивается на 14% за счет увеличения содержания кверцетина и феруловой кислоты при значительном снижении содержания хлорогеновой и кофейной кислот [17]. Аналогичные результаты были изложены другими исследователями, что показывает увеличение общего количества фенольных соединений в экструдированном крахмале [18]. Исследованы изменения в клюквенных жмыхово-кукурузных крахмальных смесях при экструзии и отмечено значительное увеличение (30-34%) общего количества флавонолов. Также сообщалось об увеличении общего содержания флавоноидов (4,1–8,2%) в экструдированном нуте. Большинство фенольных соединений (> 80%) в зерновых и просе связаны или прикреплены в основном к гемицеллюлозам в клеточных стенках околоплодника, слоя алейронов и зародышей. Высокий сдвигающий эффект, вызванный экструзией, вызывает сильную деградацию конденсированных танинов и связанных фенолов с низкомолекуляр-

ными олигомерами, которые являются более экстрагируемыми. Выделенные связанные фенолы с клеточных стенок могут способствовать высокому фенольному содержанию в экструдированной муке [19].

Общая антиоксидантная активность пищи в основном обеспечивается присутствующими фенольными соединениями. Следуя этому факту, антиоксидантная активность должна быть сильно коррелирована с фенольными соединениями, снижаясь одновременно с фенольными соединениями после экструзии. Изложены значительные потери в антиоксидантной активности (от 60 до 68%) экструдатов ячменя по сравнению с необработанной ячменной мукой. Исследование экструдированного коричневого риса также показало, что экструзия и повышение температуры экструзии снижают общее содержание фенола и антиоксидантную активность. Известно, что термическая обработка изменяет структуру антиоксидантов и генерирует больше антиоксидантов, которые вносят вклад в антиоксидантную активность [20].

Рассмотренная литература показывает, что общая изменчивость термической стабильности фенолов, флавоноидов и антиоксидантов в первую очередь объясняется природой смеси, подвергнутой экструзии. Высокое сохранение биоактивных веществ в экструдированной муке, как это было отмечено в некоторых исследованиях, продемонстрировало их огромный потенциал в качестве здорового ингредиента для разработки готовых к употреблению фенольных и антиоксидантных продуктов.

Кривые вязкости являются наиболее полезным инструментом для быстрой и воспроизводимой оценки качества экструзионной варки муки. Вязкостные свойства в основном зависят от жесткости гранул крахмала, которые, в свою очередь, влияют на потенциал набухания гранул и количество выщелачивания амилозы в растворе. Он дает представление о степени модификации крахмалов при термической обработке в условиях влажности. Эти изменения являются резкими в случае экструзии, поскольку генерируемые сдвиговые силы являются высокими. Склеивающие свойства экструдированной муки определяют их пригодность для различных пищевых продуктов, а именно: высоковязкие пищевые продукты, как хороший желирующий агент, в десертных и других пищевых рецептурах и могут заменить химически модифицированные крахмалы, которые в настоящее время используются в ряде продуктов. В связи с этим необходимо изучить свойства склеивания муки, подверженной экструзии, на предмет их применимости в пищевых системах.

Общее соотношение белка, крахмала и амилозы/амилопектина оправдывает различия в склеивающих свойствах муки. На склеивающие свойства также влияет содержание амилозы крахмала, так как оно указывает на желирующую способность

крахмала. Нативные крахмалы более восприимчивы к изменениям вязкости во время цикла нагрева и охлаждения, чем предварительно желатинизированная мука, поэтому имеют высокий профиль склеивания.

Исследования свойств склеивания экструдированной муки показывают снижение реакции модификации в поведении склеивания. Экструдированная мука обычно имеет более низкий профиль склеивания, чем нативная мука, за исключением начальной вязкости. Высокая начальная вязкость экструдированной муки обусловлена наличием клейстеризованного крахмала, что позволяет проводить быструю гидратацию по сравнению с нативным крахмалом при комнатной температуре. Это важно для продуктов, требующих более высокой вязкости в холодных условиях [21].

Высокие свойства склеивания, такие как пиковая вязкость, прочность на сжатие, вязкость пробы, конечная вязкость и снижение нативной муки, указывают на высокую целостность их крахмальных гранул, демонстрируя большую устойчивость к сдвигу в течение цикла нагрева. В то время как снижение приклеивания свойств экструдированной муки отражает более высокую степень желатинизации в сочетании с разложением крахмала из-за чистого эффекта тепловой влажностно-механической энергии, применяемой во время процесса экструзии. Отсутствие остаточной энтальпии желатинизации в муке после экструзии объясняет более высокую стабильность пасты. Однако условия экструзии оказывают различное влияние на параметры вставки. Повышение температуры и скорости вращения шнека обычно снижает вязкость, тогда как увеличение влажности увеличивает максимальную и конечную вязкость. Это имеет прямые последствия с серьезностью обработки экструзией. Если обработка не является настолько серьезной, определенный процент гранул крахмала может сохранять свою структуру, представляя относительно высокие значения вязкости пасты, так как большая часть крахмальных гранул находится в распухшем состоянии [22].

Температура склеивания - это минимальная температура, необходимая для приготовления крахмала и, как правило, уменьшается после экструзии. Низкая температура склеивания и, следовательно, низкая термическая стойкость предварительно желатинизированной муки в основном из-за разрушения

гранул крахмала, потери целостности гранулята и кристалличности. Однако в некоторых случаях экструзия может увеличить область кристалличности в результате переориентации крахмальных гранул, усиления внутригранулярных связанных сил, что позволяет крахмалу требовать больше тепла до структурного распада и, следовательно, может вызвать увеличение температуры вспенивания.

В общем, экструзия изменяет склеивающее поведение муки, производство более стабильных паст с низкой тенденцией ретроградации. Уникальное вязкоупругое поведение и более высокая стабильность пасты экструдированной муки могут быть выгодно использованы в различных рецептурах продукта. Экструдированная мука содержит желатинизированный крахмал, который обеспечивает быструю гидратацию и может быть использован в качестве растворимого крахмала. Экструдированная мука с высокой пиковой вязкостью может быть пригодна для продуктов, требующих высокой прочности и эластичности геля. Низкая тенденция ретроградации экструдированной муки представляет интерес для детских продуктов и напитков.

Выводы

Основываясь на последних исследованиях, можно с уверенностью сказать, что экструзия - поистине многообещающая универсальная технология, и ее следует рассматривать в более широкой перспективе как новый способ сделать качественные функциональные продукты за пределами традиционных экструдированных закусок. Экструзия предлагает прекрасную возможность изменять свойства гидратации и улучшать стабильность пасты и функциональность пищевых смесей путем адаптации условий обработки. Улучшенная функциональность экструдированной муки может быть эффективно использована при разработке новых безглютеновых, высоковязких, высокофенольных, обогащенных минералами, обезжиренных и низкогликемических продуктов. Экструдированная мука имитирует свойства гидроколлоидов и поэтому может быть использована в качестве альтернативы синтетическим гидроколлоидам. Дальнейшие исследования по данной тематике могут быть полезны для разработки инновационных продуктов, ориентированных на меняющиеся потребности потребителей.

Список литературы

- [1] Фролов Д.И. Оптимизация компонентного состава функциональных продуктов питания, оказывающих благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему // Инновационная техника и технология. 2015. № 2 (03). С. 12–15.
- [2] Курочкин А.А., Фролов Д.И. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 76–81.
- [3] Курочкин А.А., Фролов Д.И. Технология производства кормов на основе термо-вакуумной обработки отходов с/х производства // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 36–40.

- [4] 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.
- [5] Оптимизация состава зернопродуктов при получении пивного суслу с использованием экструдированного ячменя / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Д.И. Фролов // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2014. № 6 (22). С. 103–109.
- [6] Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014. № 4. С. 79–83.
- [7] Фролов Д.И. Оптимизация смесей с сбалансированным биохимическим составом и возможностями для их экструзии // *Инновационная техника и технология*. 2016. № 3 (08). С. 18–26.
- [8] Фролов Д.И. Пробиотические продукты с многофункциональным композиционным составом // *Инновационная техника и технология*. 2017. № 1 (10). С. 44–51.
- [9] 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] Фролов Д.И., Курочкин А.А. К вопросу совершенствования экструзионных технологий // *Инновационная техника и технология*. 2015. № 2 (03). С. 18–23.
- [11] Функциональный композит на основе экструдированной смеси пшеницы и семян тыквы / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // *Инновационная техника и технология*. 2015. № 2 (03). С. 5–11.
- [12] 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.
- [13] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // *Техника и технология пищевых производств*. 2016. № 3 (42). С. 104–111.
- [14] Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Фролов Д.И. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2014. № 6 (22). С. 109–114.
- [15] Gat, Y. and Ananthanarayan, L. (2015). Physicochemical, phytochemical and nutritional impact of fortified cereal-based extrudate snacks. *Nutrafoods*, 14, 141–149.
- [16] Sharma, P., Gujral, H. S., and Singh, B. (2012). Antioxidant activity of barley as affected by extrusion cooking. *Food Chem.*, 131, 1406–1413.
- [17] Korus, J., Gumul, D., and Czechowska, K. (2007). Effect of extrusion on the phenolic composition and antioxidant activity of dry beans of *Phaseolus vulgaris* L. *Food Technol. Biotechnol.*, 45, 139–146.
- [18] White, B. L., Howard, L. R., and Prior, R. L. (2010). Polyphenolic composition and antioxidant capacity of extruded cranberry pomace. *J. Agri. Food Chem.*, 58, 4037–4042.
- [19] Nayak, B., Liu, R. H., Berrios, J. D., Tang, J. M., and Derito, C. (2011). Bioactivity of Antioxidants in extruded products prepared from purple potato and dry Pea Flours. *J. Agril. Food Chem.*, 59, 8233–8243.
- [20] Gujral, H. S., Sharma, P., Kumar, A., and Singh, B. (2012). Total phenolic content and antioxidant activity of extruded brown rice. *Int. J. Food Prop.*, 15, 301–311.
- [21] Sun, Q. and Xiong, C. S. L. (2014). Functional and pasting properties of pea starch and peanut protein isolate blends. *Carbo. Polym.*, 101, 1134–1139.
- [22] Repo-Carrasco-Valencia, R., Acevedo de La Cruz, A., Icochea Alvarez, J. C., and Kallio, H. (2009). Chemical and functional characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. *Plant Foods Human Nutr.*, 64, 94–101.

CURRENT TRENDS AND PROSPECTS FOR THE USE OF EXTRUDATES IN FUNCTIONAL FOODS

Frolov D.I.

This article discusses the achievements made in the development of extruded products from grain raw materials. In addition, current trends in the use of extruded flour as ingredients such as hydrocolloids, fat replacers and for the development of gluten-free, phenol-rich, low-glycemic and functional foods are analyzed.

Keywords: *extrusion, functional products, phenols, hydrocolloids, fat substitute.*

References

- [1] Kurochkin A.A., Frolov D.I. Polikomponentnyi ekstrudat na osnove zerna pshenitsy i semyan rastoropshi pyatnistoi // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2015. No. 4. pp. 76–81.
- [2] Kurochkin A.A., Frolov D.I. Tekhnologiya proizvodstva kormov na osnove termo-vakuumnoi obrabotki otkhodov s/kh proizvodstva // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2014. No. 4 (01). pp. 36–40.
- [3] Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Frolov D.I. Poluchenie ekstrudatov krakhmalsoderzhashchego zernovogo syr'ya s zadannoi poristost'yu // *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus*. 2014. No. 6 (22). pp. 109–114.
- [4] Modelirovanie protsessa polucheniya ekstrudatov na osnove novogo tekhnologicheskogo resheniya / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // *Niva Povolzh'ya*. 2014. No. 30. pp. 70–76.
- [5] Optimizatsiya sostava zernoproduktov pri poluchenii pivnogo susla s ispol'zovaniem ekstrudirovannogo yachmenya / G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, D.I. Frolov // *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus*. 2014. No. 6 (22). pp. 103–109.
- [6] Perspektivy ispol'zovaniya ekstrudirovannoi grechikhi v pivovarenii i khlebopechenii / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2014. No. 4. pp. 79–83.
- [7] Regulirovanie struktury ekstrudatov krakhmalsoderzhashchego zernovogo syr'ya / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2013. No. 4. pp. 94–99.
- [8] Frolov D.I., Kurochkin A.A. K voprosu sovershenstvovaniya ekstruzionnykh tekhnologii // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. No. 2 (03). pp. 18–23.
- [9] Frolov D.I. Optimizatsiya komponentnogo sostava funktsional'nykh produktov pitaniya, okazyvayushchikh blagotvornoe vliyanie na serdechno-sosudistuyu sistemu // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. No. 2 (03). pp. 12–15.
- [10] Frolov D.I. Optimizatsiya smesei s sbalansirovannym biokhimicheskim sostavom i vozmozhnostyami dlya ikh ekstruzii // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2016. No. 3 (08). pp. 18–26.
- [11] Frolov D.I. Probioticheskie produkty s mnogofunktsional'nym kompozitsionnym sostavom // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2017. No. 1 (10). pp. 44–51.
- [12] Funktsional'nyi kompozit na osnove ekstrudirovannoi smesi pshenitsy i semyan tykvy / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya*. 2015. No. 2 (03). pp. 5–11.
- [13] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym soderzhaniiem lipidov / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*. 2014. No. 4. pp. 70–74.
- [14] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym soderzhaniiem lipidov i pishchevykh volokon / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*. 2016. No. 3 (42). pp. 104–111.
- [15] Gat, Y. and Ananthanarayan, L. (2015). Physicochemical, phytochemical and nutritional impact of fortified cereal-based extrudate snacks. *Nutrafoods*, 14, 141–149.
- [16] Sharma, P., Gujral, H. S., and Singh, B. (2012). Antioxidant activity of barley as affected by extrusion cooking. *Food Chem.*, 131, 1406–1413.
- [17] Korus, J., Gumul, D., and Czechowska, K. (2007). Effect of extrusion on the phenolic composition and antioxidant activity of dry beans of *Phaseolus vulgaris* L. *Food Technol. Biotechnol.*, 45, 139–146.
- [18] White, B. L., Howard, L. R., and Prior, R. L. (2010). Polyphenolic composition and antioxidant capacity of extruded cranberry pomace. *J. Agri. Food Chem.*, 58, 4037–4042.
- [19] Nayak, B., Liu, R. H., Berrios, J. D., Tang, J. M., and Derito, C. (2011). Bioactivity of Antioxidants in extruded products prepared from purple potato and dry Pea Flours. *J. Agril. Food Chem.*, 59, 8233–8243.
- [20] Gujral, H. S., Sharma, P., Kumar, A., and Singh, B. (2012). Total phenolic content and antioxidant activity of extruded brown rice. *Int. J. Food Prop.*, 15, 301–311.
- [21] Sun, Q. and Xiong, C. S. L. (2014). Functional and pasting properties of pea starch and peanut protein isolate blends. *Carbo. Polym.*, 101, 1134–1139.
- [22] Repo-Carrasco-Valencia, R., Acevedo de La Cruz, A., Icochea Alvarez, J. C., and Kallio, H. (2009). Chemical and functional characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) grain, extrudate and bran. *Plant Foods Human Nutr.*, 64, 94–101.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.861:579.222.2:608.3

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КУРИНОГО ПОМЕТА В ОРГАНИЧЕСКОЕ УДОБРЕНИЕ

Куручкин А.А.

Актуальность совершенствования технологии переработки куриного помета в органическое удобрение обусловлена чрезвычайной энергоемкостью процесса, при реализации которого из сырья влажностью 40-75 %, необходимо удалить значительное количество жидкости и получить продукт с содержанием 92-93 % сухого вещества. В предлагаемой технологии задача энергосбережения решается за счет синергетического эффекта от взаимодействия экструзионной и вакуумной технологий, что в свою очередь позволяет снизить число технологических операций процесса и существенно улучшить его качественные показатели.

Ключевые слова: птицеводство, технология, органическое удобрение, подстилочный помет, экструдер, вакуумная камера.

Введение

Необходимость совершенствования технологии переработки куриного помета в органическое удобрение обусловлена ее чрезвычайной энергоемкостью, которая в свою очередь связана с тем, что в качестве сырья в этом процессе используется бесподстилочный помет влажностью 70-75% или подстилочный с содержанием воды от 40 до 50%. Учитывая, что органическое удобрение на основе куриного помета в виде, например, гранул содержит 92-93% сухого вещества, можно обоснованно прогнозировать основное направление конструкторских разработок в этом направлении – снижение энергоемкости обезвоживания сырья.

К этому следует добавить, что в настоящее время в России применяются две технологии обезвоживания (сушки) птичьего помета, связанные с использованием тепловой энергии [2, 7].

Первая из них основывается на применении высокотемпературных (300-500°C) барабанных сушилок различной конструкции; технологическая особенность второй связана с использованием относительно низких температур (80-95°C) в условиях пониженного давления (вакуума).

При этом основным недостатком высокотемпературной сушки помета с позиции качества получаемого удобрения является негативное воздействие на сырье с точки зрения сохранности в нем полезных микро- и макроэлементов. В какой-то степени это объясняется тем, что данное оборудование изначально проектировалось для реализации других технологий (сушка опилок для производства топливных пеллет, сушка различных сыпучих инертных минеральных веществ и т.д.).

Вторая технология учитывает недостатки первой и имеет много положительных сторон:

- не требуется предварительная ферментация или подготовка помета, помет на переработку может подаваться непосредственно из птичников;
- в конечном продукте сохраняются все полезные для растений микро- и макроэлементы;
- после сушки удобрение имеет влажность 12-17%, что позволяет его гранулировать и получать гранулы с влажностью не выше 5%. В свою очередь это значительно увеличивает срок хранения удобрения без потери его качества.

К недостаткам технологии можно отнести длительность процесса и его высокую удельную энергоемкость, а также, большое количество достаточно сложного и дорогостоящего оборудования, требующего высококвалифицированного обслуживающего персонала [7].

Целью работы является обоснование необходимых технологических операций и основных параметров энергосберегающей технологии переработки куриного помета в органическое удобрение.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является технология переработки куриного помета с целью получения органического удобрения.

В работе применялся аналитический метод исследований, основанный на системном подходе к изучаемой проблеме.

Результаты и их обсуждение

В предлагаемой технологии переработки кури-

ного помета в органическое удобрение сохраняют-ся все перечисленные положительные стороны вакуумной низкотемпературной сушки, и устраняется большая часть ее негативных составляющих. В ее основу заложена идея получения синергетического эффекта от применения экструзионной и вакуумной технологий. В первую очередь это касается возможности существенного снижения рабочей температуры экструдера до приемлемых с точки зрения сохранности полезных свойств сырья, значений. При этом часть эффекта действия весьма энергосыщенных сил диссипации замещается воздействием на сырье декомпрессионного взрыва, который более эффективен с точки зрения затрат энергии [1, 4-6].

В качестве технического средства для реализации технологии предлагается использовать экструдер КМЗ-2М, модернизированный на основе патента на изобретение «Экструдер с вакуумной камерой» [5].

Модernизированный экструдер состоит из двустенного приемного бункера, рабочего органа, выполненного в виде шнека, вакуумной камеры, шлюзового затвора и привода.

Межстенная камера приемного бункера позволяет осуществлять предварительный подогрев обрабатываемого сырья за счет поступающего из вакуумной камеры экструдера горячего влажного пара. Ее объем составляет примерно 0,03 м³. В нижней своей части камера имеет кран для спуска конденсата и ее дополнительной функцией является стабилизация рабочего давления в вакуумной камере экструдера. Этой же цели служит вакуумный регулятор, расположенный между бункером и вакуумной камерой экструдера.

Приемный бункер и вакуумная камера экструдера с внешней стороны покрыты теплоизоляционным материалом (напыляемый утеплитель PENOPLEX) и соединены между собой трубопроводом. Шлюзовой затвор служит для выгрузки готового продукта без разгерметизации вакуумной камеры экструдера.

Рабочий процесс модернизированного экструдера осуществляется следующим образом. Измельченный до размеров частиц не более 10 мм подстилочный помет влажностью 30-40% поступает в приемный бункер экструдера. Соприкасаясь с горячими стенками бункера, обрабатываемое сырье предварительно нагревается и направляется в шнековую часть экструдера. Захваченный шнеком продукт последовательно проходит зоны прессования и дозирования машины, а затем выводится через фильеру матрицы в вакуумную камеру.

Попадая из области высокого давления (во внутреннем тракте экструдера) в зону низкого давления (в вакуумную камеру) помет подвергается декомпрессионному взрыву, который представляет собой процесс мгновенного перехода воды, находящейся в сырье, в пар. Этот процесс характеризуется выбросом большого количества энергии за корот-

кий промежуток времени и приводит к деструкции клеточных структур помета и подстилки. Таким образом, в процессе обработки в модернизированном экструдере сырье подвергается следующим изменениям:

- стерилизуется и обеззараживается;
- увеличивается в объёме (вследствие разрыва молекулярных цепочек крахмала и стенок клеток наполнителя растительного происхождения);
- гомогенизируется (за счет измельчения и перемешивания сырья в тракте экструдера оно становится более однородным);
- обезвоживается (влажность снижается на 50-70% от исходной) [1, 6].

Таким образом, вакуумный насос позволяет переместить влагу, выделяющуюся из сырья в виде пара, в воздушную камеру приемного бункера. Здесь часть пара конденсируется и в виде жидкости стекает в нижнюю часть межстенного пространства бункера. Оставшаяся часть влажного воздуха очищается и удаляется вакуумным насосом в атмосферу (ротационный насос) или поглощается рабочей жидкостью (водокольцевой насос). Готовый продукт с помощью шлюзового затвора выводится за пределы машины и подается на фасование.

Сравнение предлагаемой технологии с известными к настоящему времени технологическими процессами переработки куриного помета, позволяет сделать выводы о следующих ее преимуществах:

1. Температурный режим обработки сырья позволяет сохранить способность готового продукта активировать биохимические процессы в почве.
2. Поточность технологии и возможность ее полной автоматизации.
3. Возможность переработки как подстилочного, так и безподстилочного помета. Во втором случае дробилка позволяет смешивать помет с необходимым объемом наполнителя. При этом количество технических средств для реализации технологии остается прежним.
4. Возможность существенного энергосбережения за счет регенерации тепла отсасываемых из вакуумной камеры горячих паров и использования



Рис. 1. Состав операций в сравниваемых технологиях

их для предварительного нагрева и подсушивания обрабатываемого помета.

5. Содержание влаги в готовом продукте регулируется достаточно просто – за счет изменения давления в вакуумной камере экструдера, осуществляемого с помощью вакуум-регулятора.

Сравнение предлагаемой технологии с разработками одной из самых известных в России фирм [3] по переработке помета (в части набора необходимых технологических операций), показывает ее существенное преимущество и этом отношении (рис. 1).

Список литературы

- [1] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 14-20.
- [2] Лысенко В.П., Горохов А.В. Утилизация птичьего помета на птицефабриках – пути решения. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articlesprocessing-waste.html?pageID=1228313017> (дата обращения 29.10.2018).
- [3] Органическое удобрение на основе куриного помета. [Электронный ресурс]. URL: <http://biogran.su/ru/k2-items/product/organicfertilizer> (дата обращения 10.11.2018).
- [4] Пат. 2460315 Российская Федерация МПК7 А23L1/00. Способ производства экструдатов /заявители: Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА. – № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. 6 с.
- [5] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 В29С47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Р.В. Шабнов, А.А. Курочкин, В.А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ.– № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 7с.
- [6] Пат. 2610805 Российская Федерация МПК А23К 40/25, А23К 10/26, А23К 10/37. Способ производства кормов /заявители: П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, А.Л. Мишанин; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенский ГТУ. – № 2015119627; заявл. 25.05.2015; опубл. 12.02.2017, Бюл. № 5. 8 с.
- [7] Суховеркова, В.Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах. /В.Е. Суховеркова //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (143). С. 45-55.

THE QUESTION OF PERFECTION OF TECHNOLOGY FOR PROCESSING POULTRY LITTER

Kurochkin A.A.

The relevance of improving the technology of processing chicken manure into organic fertilizer is due to the extreme energy intensity of the process, the implementation of which from raw materials with a moisture content of 40-75 %, it is necessary to remove a significant amount of liquid and get a product containing 92-93% dry matter. In the proposed technology, the problem of energy saving is solved due to the synergetic effect of the interaction of extrusion and vacuum technologies, which in turn reduces the number of technological operations of the process and significantly improve its quality indicators.

Keywords: *poultry farming, technology, organic fertilizer, litter, extruder, vacuum chamber.*

References

- [1] Kurochkin, A.A. Teoreticheskoe obosnovanie termovakuumnogo effekta v rabochem protsesse modernizirovannogo ekstrudera /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. No 3. pp. 14-20.
- [2] Lysenko V.P., Gorohov A.V. Utilizacija ptich'ego pometa na pticefabrikah – puti reshenija. [Jelektronnyj

- resurs]. URL: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articlesprocessing-waste.html?pageID=1228313017> (data obravenija 29.10.2018).
- [3] Organicheskoe udobrenie na osnove kurinogo pometa. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://biogran.su/ru/k2-items/product/organicfertilizer> (data obrashcheniya 10.11.2018).
- [4] Pat. 2460315 Rossiiskaya Federatsiya MPK7 A23L1/00. Sposob proizvodstva ekstrudatov /zayaviteli: G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Avrorov, P.A. Erushov; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskaya GTA. No 2011107960; zayavl. 01.03.2011; opubl. 10.09.2012, Byul. No 25. 6 p.
- [5] Pat. 2561934 Rossiiskaya Federatsiya MPK7 V29S47/12. Ekstruder s vakuumnoi kameroy /zayaviteli: G.V. Shaburova, P.K. Voronina, R.V. Shabnov, A.A. Kurochkin, V.A. Avrorov; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VO Penzenskii GTU. No 2014125348; zayavl. 23.06.2014; opubl. 10.09.2015, Byul. No 25. 7 p.
- [6] Pat. 2610805 Rossiiskaya Federatsiya MPK A23K 40/25, A23K 10/26, A23K 10/37. Sposob proizvodstva kormov /zayaviteli: P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, A.L. Mishanin; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskii GTU. No 2015119627; zayavl. 25.05.2015; opubl. 12.02.2017, Byul. No 5. – 8 p.
- [7] Sukhoverkova, V.E. Sposoby utilizatsii ptich'ego pometa, predstavlenyye v sovremennykh patentakh. /V.E. Sukhoverkova //Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No 9 (143). – pp. 45-55.

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА СЫРЬЯ НА ПОДАЧУ ВАКУУМНОГО НАСОСА МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ЭКСТРУДЕРА

Курочкин А.А., Чекайкин С.В.

Теоретические и экспериментальные исследования механизма формирования капиллярно-пористой структуры экструдатов показали, что одним из эффективных способов формирования свойств экструдированного сырья растительного происхождения является термовакуумное воздействие на него в момент выхода из фильеры машины. На основе уравнения баланса массы сырья, обрабатываемого экструдером, предложены теоретические зависимости, учитывающие влияние термовакуумного эффекта на расчетную производительность (подачу) его вакуумного насоса. Полученные данные позволяют аналитическими методами с достаточной для практического применения точностью обосновать основные параметры вакуумной линии модернизированного экструдера.

Ключевые слова: *экструдер, растительное сырье, объемный расход, экструдат, термовакуумное воздействие, вакуумная камера, коэффициент взрыва.*

Введение

Теоретические и экспериментальные исследования механизма формирования капиллярно-пористой структуры экструдатов показали, что одним из эффективных способов формирования основных свойств экструдированного сырья растительного происхождения является термовакуумное воздействие на него в момент выхода из фильеры машины.

В последние 15–20 лет в России и за рубежом опубликовано ряд научных работ, связанных с получением экструдатов на основе термовакуумного эффекта, а также выданы патенты на технические средства позволяющие его реализовать [3, 6–13].

Прикладное значение этих разработок нашло отражение в технологиях получения хлебобулочных изделий, напитков, а также при обработке биологических отходов с целью получения корма для животных [1, 4, 5].

Известно, что получение экструдатов из растительного сырья относится к чрезвычайно энергоемким технологическим процессам и, при этом, большая часть затрачиваемой энергии расходуется на нагрев до достаточно высоких температур обрабатываемого сырья. В большинстве случаев интенсивность формирования тех или иных свойств экструдатов является функцией температуры обработки растительного сырья в тракте машины [2].

Рабочий процесс экструдера, реализующего термовакуумный эффект, позволяет получить требуемый результат (коэффициент взрыва) при значительно меньшей температуре, что существенно экономит расход электроэнергии.

В связи с этим, можно предположить, что исследование рабочего процесса экструдера с термовакуумным эффектом с целью обоснования основных параметров его вакуумной линии представляется достаточно актуальной задачей.

Цель исследования – теоретическое обоснование потребной производительности (подачи) вакуумного насоса модернизированного экструдера с термовакуумным эффектом.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является модернизированный экструдер с вакуумной камерой.

В работе применялся аналитический метод исследований, основанный на системном подходе к изучаемой проблеме.

Результаты и их обсуждение

Основу рабочего процесса экструдера с вакуумной камерой составляют операции, характерные для серийной машины аналогичного назначения: перерабатываемое сырьё из загрузочного бункера с помощью дозатора направляется в рабочую зону экструдера и, захваченное шнеком, последовательно перемещается по внутреннему тракту машины, одновременно измельчаясь, нагреваясь и уплотняясь.

Отличительным признаком модернизированного экструдера является то, что при выходе из шнековой части машины обрабатываемый материал посредством отверстия в фильере матрицы поступает не в среду с атмосферным давлением, а в камеру с пониженным давлением (0,2–0,5 кПа) [8].

Быстрый переход экструдата из области высокого давления (рабочий объем машины) в среду с пониженным давлением (вакуумная камера), в сравнении с серийным экструдером позволяет значительно увеличить интенсивность декомпрессионного взрыва, так как кипение воды, находящейся в продукте, осуществляется при меньшей температуре, чем это происходит при работе штатно уком-

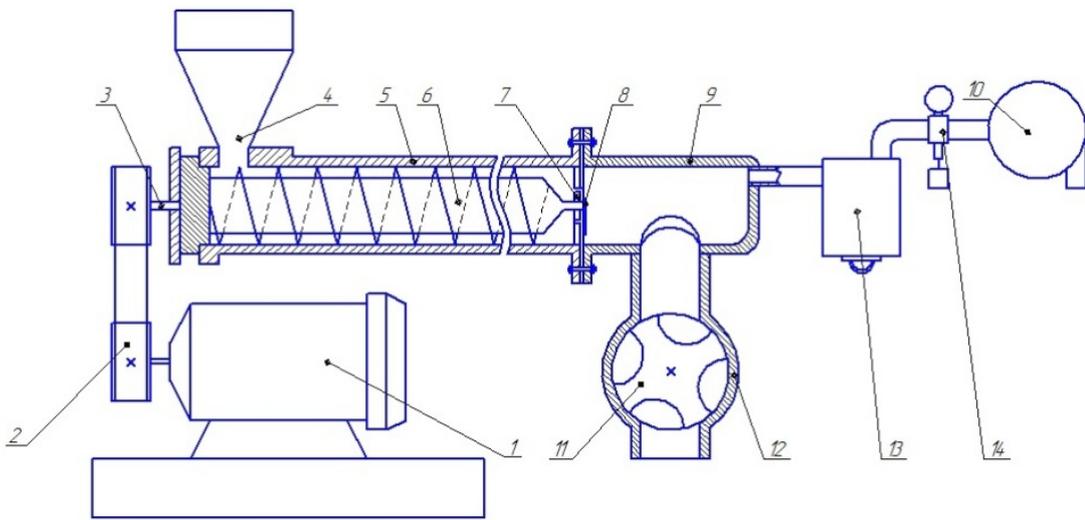


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема модернизированного экструдера:

1 – электродвигатель; 2 – клиноременная передача; 3 – вал; 4 – загрузочная камера; 5 – корпус экструдера; 6 – шнек; 7 – фильера; 8 – режущее устройство; 9 – вакуумная камера; 10 – вакуумный насос; 11 – шлюзовой затвор; 12 – выгрузная камера; 13 – вакуум-баллон; 14 – вакуум-регулятор

плектованной машины. Таким образом, снижается расход электроэнергии, необходимой для нагрева сырья, а также обеспечивается более мягкий режим воздействия на термолабильные ингредиенты получаемого экструдата. Конструктивно-технологическая схема модернизированного экструдера с камерой для термовакуумной обработки получаемого экструдата приведена на рис. 1.

Работает модернизированный экструдер следующим образом. Исходное сырьё 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.

Термовакуумное воздействие на экструдат в камере модернизированного экструдера позволяет регулировать структурные и функциональные свойства готового продукта, а также его влажность [2].

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

При установившемся (стационарном) режиме и малых изменениях плотности водяного пара необходимая скорость воздушного потока в вакуумной камере экструдера определяется уравнением [2]:

$$v = \frac{\omega}{S} \quad (1)$$

где ω – скорость откачки паров из камеры, м³/с;

S – площадь вакуумной камеры, м².

Длительность выхода вакуумной системы экструдера на стационарный режим работы

$$t_p = \frac{V}{\omega} \quad (2)$$

где V – объем вакуумной камеры экструдера, м³.

Учитывая, что полученное по формуле (2) время, по существу определяет период времени, за который происходит откачивание воздуха из вакуумной камеры экструдера, условие эффективного функционирования вакуумной системы в разрабатываемой конструктивно-технологической схеме машины можно записать как

$$t_p \ll T_n, \quad (3)$$

где T_n – время работы вакуумного насоса, с [5].

С другой стороны, при установившемся режиме работы вакуумной камеры скорость откачивания из нее воздуха определяется условием равновесия между количеством влаги, испаряемой с поверхности продукта (экструдата) и объемом водяных паров, отводимых из камеры вакуумным насосом.

В связи с этим для обоснования основных параметров вакуумной линии модернизированного экструдера необходимо знать законы изменения в ней давления в зависимости от основных параметров рабочего процесса экструдера и самой камеры (объемный расход сырья в экструдере и его взаимосвязь с коэффициентом взрыва, давление в вакуумной системе, объем камеры и др.).

На первом этапе теоретических исследований выясним роль и физический смысл коэффициента взрыва экструдата и его связь с объемным расходом сырья в машине, для чего составим уравнение баланса массы экструдата, находящегося в тракте экс-

трудера (до выхода из фильеры) и массы экструдата после выхода из фильеры

$$M_t = M_f + M_w \quad (4)$$

или

$$V_t \cdot \rho_t = V_f \cdot \rho_f + V_w \cdot \rho_w, \quad (5)$$

где V_t и V_f – объем экструдата соответственно до выхода и после выхода из фильеры экструдера, м³;

V_w – объем водяного пара, образовавшегося в результате декомпрессионного взрыва экструдата в вакуумной камере машины, м³;

ρ_t и ρ_f – плотность экструдата до выхода и после выхода из фильеры экструдера, кг/м³;

ρ_w – плотность водяного пара, кг/м³.

Примем условно, что на данном этапе исследований масса водяного пара равна 0 и перепишем уравнения (4) и (5) в виде

$$M_t = M_f \quad (6)$$

и

$$V_t \cdot \rho_t = V_f \cdot \rho_f, \quad (7)$$

Объем экструдата после выхода обрабатываемого сырья из фильеры и попадания его в вакуумную камеру экструдера можно записать и в несколько ином виде

$$V_f = V_t + \Delta V_t, \quad (8)$$

где ΔV_t – приращение объема экструдата после выхода его из фильеры экструдера, м³;

Подставим в формулу (8) значение объема экструдата после выхода из фильеры, полученного на основании уравнения (7), и после некоторых преобразований запишем

$$\frac{DV_t}{V_t} = \frac{\rho_t - \rho_f}{\rho_f} \quad (9)$$

Обозначим $\frac{DV_t}{V_t} = k_v$ – коэффициент взрыва

экструдата. Тогда этот коэффициент может быть представлен и в таком виде

$$\frac{\rho_t - \rho_f}{\rho_f} = k_v \quad (10)$$

С учетом преобразований формулу (9) можно переписать в виде

$$V_t = DV_t \cdot \frac{1}{k_v} \quad (11)$$

Умножая обе части уравнения (11) на ρ_t и учитывая выражение (6), получим

$$M_f = DV_t \cdot \frac{\rho_t}{k_v} \quad (12)$$

Обозначим

$$\frac{\rho_t}{k_v} = \xi \quad (13)$$

Коэффициент, представленный формулой (13) назовем коэффициентом, учитывающим влияние термовакuumного эффекта на приращение объема экструдата после выхода его из фильеры экструдера.

Тогда выражение (12) можно переписать в виде

$$M_f = \xi \cdot DV_t \quad (14)$$

В уравнение (4) подставим значение массы экструдата после выхода из фильеры – уравнение (14)

$$M_t = \xi \cdot DV_t + M_w \quad (15)$$

Из уравнения (15) можно определить массу водяного пара

$$M_w = M_t - \xi \cdot DV_t \quad (16)$$

Таким образом, объем водяного пара, который необходимо постоянно откачивать из вакуумной камеры экструдера с целью обеспечения его рационального технологического процесса, можно определить из выражения

$$V_w = \frac{V_t \cdot \rho_t - \xi \cdot DV_t}{\rho_w} \quad (17)$$

С учетом формулы (13) можно также оценить связь объема водяного пара с коэффициентом взрыва экструдата k_v :

$$V_w = \frac{V_t \cdot \rho_t \cdot k_v - DV_t \cdot \rho_t}{\rho_w \cdot k_v} \quad (18)$$

Таким образом, уравнения (17) и (18) позволяют определить объем водяных паров, которые необходимо удалить из вакуумной камеры экструдера.

дера в единицу времени при заданном объеме перерабатываемого сырья за этот же период работы машины. На основе приведенных аналитических зависимостей достаточно просто установить связь производительности (подачи) вакуумного насоса экструдера и коэффициентов, учитывающего влияние термовакuumного эффекта и взрыва экструдата.

Выводы

Полученные теоретические зависимости учитывают влияние термовакuumного эффекта и коэффициента взрыва экструдата на необходимую производительность (подачу) вакуумного насоса в экспериментальном экструдере и, в конечном итоге, позволяют аналитическими методами определить основные параметры его вакуумной камеры.

Список литературы

- [1] Воронина П.К. Формирование качества пива в процессе сбраживания пивного суслу с использованием экструдата ячменя / П.К. Воронина, А.А. Курочкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 4. С. 100-103.
- [2] Инновации в пищевой экструзии / А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов и др. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 247 с.
- [3] Курочкин А.А. Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 14-20.
- [4] Курочкин А.А., Фролов Д.И. Технология производства кормов на основе термо-вакуумной обработки отходов с/х производства // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 36-40.
- [5] Курочкин, А.А. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян расторопши пятнистой / А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 76-81.
- [6] Patent US 7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method. / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – №09/937172; Pub. 21.02.2006.
- [7] Пат. 2460315 Российская Федерация МПК7 А23L1/00. Способ производства экструдатов / заявители: Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА. – № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. 6 с.
- [8] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 В29С47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Р.В. Шабнов, А.А. Курочкин, В.А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 7с.
- [9] Пат. 2610805 Российская Федерация МПК А23К 40/25, А23К 10/26, А23К 10/37. Способ производства кормов / заявители: П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, А.Л. Мишанин; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенский ГТУ. – № 2015119627; заявл. 25.05.2015; опубл. 12.02.2017, Бюл. № 5. 8 с.
- [10] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2579488 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова ; 2014146596/13 ; заявл. 19.11.2014 ; опубл. 10.4.2016, Бюл. №10. 8 с.
- [11] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2592619 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова ; 2015109402/13 ; заявл. 17.3.2015 ; опубл. 27.7.2016, Бюл. №21. 8 с.
- [12] Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 29-34.
- [13] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 104-111.

THE INFLUENCE OF THE VOLUMETRIC FLOW OF RAW MATERIALS TO SUPPLY THE VACUUM PUMP UPGRADED EXTRUDER

Kurochkin A.A., Chekalkin S.V.

Theoretical and experimental studies of the mechanism of formation of the capillary-porous structure of extrudates have shown that one of the effective ways of forming the properties of extruded raw materials of plant origin is the thermal vacuum effect on it at the time of exit from the die of the machine. On the basis of the equation of the mass balance of the raw material

processed by the extruder, the theoretical dependences are proposed, taking into account the influence of the thermal vacuum effect on the design performance (supply) of its vacuum pump. The obtained data allow to justify the main parameters of the vacuum line of the modernized extruder with sufficient accuracy for practical application by analytical methods.

Keywords: *extruder; vegetable raw materials, volume flow, extrudate, thermal vacuum action, vacuum chamber; explosion coefficient.*

References

- [1] Voronina P.K. Formirovanie kachestva piva v protsesse sbrazhivaniya pivnogo susla s ispol'zovaniem ekstrudata yachmenya / P.K. Voronina, A.A. Kurochkin // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyai-stvennoi akademii. 2012. No 4. pp. 100-103.
- [2] Innovatsii v pishchevoi ekstruzii /A.A. Kurochkin, P.K. Gar'kina, A.A. Blinokhvatov i dr. Penza: RIO PGAU, 2018. 247 p.
- [3] Kurochkin A.A. Teoreticheskoe obosnovanie termovakuumnogo effekta v rabochem protsesse modernizirovannogo ekstrudera /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. No 3. pp. 14-20.
- [4] Kurochkin A.A. Tekhnologiya proizvodstva kormov na osnove termo-vakuumnoi obrabotki otkhodov s/kh proizvodstva / A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya.– 2014. No 4 (01). pp. 36-40.
- [5] Kurochkin A.A. Polikomponentnyi ekstrudat na osnove zerna pshenitsy i semyan rastoropshi pyatnistoi / A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. No 4. pp. 76-81.
- [6] Patent US 7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method. /Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen. No 09/937172; Pub. 21.02.2006.
- [7] Pat. 2460315 Rossiiskaya Federatsiya MPK7 A23L1/00. Sposob proizvodstva ekstrudatov /zayaviteli: G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Avrorov, P.A. Erushov; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskaya GTA. No 2011107960; zayavl. 01.03.2011; opubl. 10.09.2012, Byul. No 25. 6 p.
- [8] Pat. 2561934 Rossiiskaya Federatsiya MPK7 V29S47/12. Ekstruder s vakuumnoi kameroy /zayaviteli: G.V. Shaburova, P.K. Voronina, R.V. Shabnov, A.A. Kurochkin, V.A. Avrorov; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VO Penzenskii GTU. No 2014125348; zayavl. 23.06.2014; opubl. 10.09.2015, Byul. No 25. 7 p.
- [9] Pat. 2610805 Rossiiskaya Federatsiya MPK A23K 40/25, A23K 10/26, A23K 10/37. Sposob proizvodstva kormov /zayaviteli: P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, A.L. Mishanin; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskii GTU. No 2015119627; zayavl. 25.05.2015; opubl. 12.02.2017, Byul. No 5. 8 p.
- [10] Sposob proizvodstva khlebobulochnykh izdelii : pat. 2579488 Rossiiskaya Federatsiya : MPK A 21 D 8/02 / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova ; 2014146596/13 ; zayavl. 19.11.2014 ; opubl. 10.4.2016, Byul. №10. 8 p.
- [11] Sposob proizvodstva khlebobulochnykh izdelii : pat. 2592619 Rossiiskaya Federatsiya : MPK A 21 D 8/02 / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova ; 2015109402/13 ; zayavl. 17.3.2015 ; opubl. 27.7.2016, Byul. №21. 8 p.
- [12] Teoreticheskoe opisanie protsessa vzryvnogo ispareniya vody v ekstrudere s vakuumnoi kameroy / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina // Innovative machinery and technology. 2015. № 1 (02). pp. 29–34.
- [13] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym soderzhaniem lipidov i pishchevykh volokon / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2016. № 3 (42). pp. 104–111.

ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ТРАНСФОРМИРУЕМОГО КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Матмуродов Ф.М.

Проанализированы различные конструкции высококлиренсных тракторов. Изучены вопросы создания трансформируемой конструкции трактора. Предлагаемый трансформируемый порталный трактор без демонтажа самостоятельно переходит с низкоклиренсного к высококлиренсному положению и наоборот. Такая конструкция трактора позволяет эффективно использовать трактор весь период времени года.

Ключевые слова: порталный трактор, высококлиренсный трактор, трактора трансформируемой конструкции, мобильное энергетическое средство, трансформируемый порталный трактор, низкоклиренсное и высококлиренсное положение.

Введение

В рамках общей программы модернизации сельского хозяйства требуется качественное обновление парка сельскохозяйственной техники, особенно оснащение его современными, энергонасыщенными, высокопроизводительными тракторами и транспортной техникой.

Эффективное решение поставленных задач возможно лишь в случае комплексного подхода к их исполнению, в частности, необходимо одновременно работать над новой энергетикой для сельского хозяйства (тракторы и иные энергосредства), так и над новыми машинами и орудиями для них, а также над внедрением в сельхозпроизводство новых агротехнологий.

Все созданные и эксплуатируемые высококлиренсные трактора после выполнения соответствующей работы простаивают. Иногда не могут выполнять операции, которые выполняют низкоклиренсные трактора. Поэтому трансформация конструкции с низкоклиренсной к высококлиренсной и наоборот является актуальной проблемой.

Объекты и методы исследований

Тракторы являются основой механизации сельского хозяйства. Большинство средств в сельскохозяйственном производстве приходится на закупку именно тракторов и эта тенденция сохраняется на протяжении не одного десятилетия. На тракторы тратят в два раза больше, чем на зерноуборочные комбайны и в 4–5 раз больше, чем на отдельно взятую посевную, почвообрабатывающую или корнеуборочную технику.

Основным типом тракторов, в наиболее распространенном диапазоне мощностей 100–250 л.с., остается колесный трактор традиционной компоновочной схемы, усовершенствование которого ведется с учетом последних достижений науки и техники. За последние годы практически все ведущие фирмы обновили гамму выпускаемых

тракторов, расширив диапазон мощностей их двигателей и сместив тем самым пределы использования тракторов с шарнирно-сочлененной схемой в сторону более высоких тяговых классов.

В результате самыми востребованными не случайно оказались зарубежные сельскохозяйственные тракторы ведущих производителей, таких как «Case», «John Deere», «New Holland», «JCB», «Claas», «AGCO». Наибольший спрос имеют колесные полноприводные тракторы с двумя ведущими мостами классической компоновки в диапазонах средней (до 250 л.с.) и высокой мощности (250–400 л.с. и больше).

Анализ рынка мобильных энергетических средств указывает, что наиболее востребованные отечественными покупателями модели зарубежных тракторов при наименее низкой цене по технико-экономическим и эксплуатационным показателям превышают аналогичные параметры других моделей фирм-конкурентов в тех же классах мощности, имея лучшие показатели соотношения цена-качество-сервисное обслуживание. Их высокие потребительские качества ориентированы на запросы покупателей. При рациональном оснащении с широким комплексом агрегатов и их правильной эксплуатации они обеспечивают в хозяйствах не только существенное увеличение

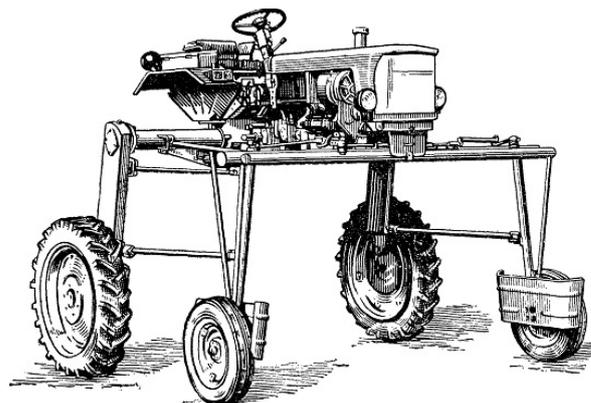


Рис.1. Трактор Т-25К

производительности и снижение погектарного расхода топлива, но и значительное уменьшение трудоемкости технического обслуживания при эксплуатации, повышение надежности, долговечности и безотказности тракторного парка в целом.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим различные варианты высококлиренсных тракторов. На базе трактора Т-25 создан высококлиренсный трактор Т-25К, предназначенный для междурядной обработки высокостебельных культур (рис. 1). Он имеет дорожный просвет 1500 мм и колею 2800 мм. Машина поднята над уровнем почвы на стойках передних и задних колес. Задние колеса приводятся во вращение при помощи цепей, заключенных в стойках.

Такая машина может быть получена непосредственно в хозяйстве из обычного трактора Т-25 путем его переоборудования с установкой дополнительных узлов: удлиненных рукавов задних колес, стоек передних и задних колес, переднего балансира.

После выполнения работ по обработке высокостебельных культур специальное оборудование может быть снято и трактор использован в своем обычном виде.

Уровень механизации технологических операций возделывания, уборки и послепосевной обработки табака составляет всего 20–25% [1]. В связи с этим, сокращение трудоемкости его производства за счет механизации наиболее трудоемких технологических процессов является одной из актуальных проблем развития табаководства.

В существующих пленочных сооружениях технологические операции по выращиванию рассады овощных культур в основном выполняются вручную (уровень механизации 12–14%, затраты труда 4–5 чел-ч/га). Для их механизации институтом

разработан комплекс средств механизации на базе мостового электрифицированного шасси.

При выборе и обосновании энергетического средства для агрегатирования со средствами механизации учитывалось следующее: особенности условий его работы; возможность комплексной механизации и автоматизации при выращивании и выборке рассады; качество выполнения технологических операций; соблюдение санитарно-гигиенических условий труда; эффективное использование площадей пленочных сооружений; снижение энергетических затрат.

Для решения проблемы механизации технологических операций ухода за табаком в поле в высокостебельной фазе его развития и поперечной уборки листьев были разработаны агротехнологические требования на высококлиренсное мобильное энергетическое средство (ВМЭС) (рис. 2).

ВМЭС имеет колесную формулу 4К2 с передними активными и задними пассивными колесами и скомпоновано на базе энергетического модуля самоходного шасси Т-16МГ с двухбрусной рамой с возможностью осуществления эшелонированной навески технологических модулей.

Изобретен высококлиренсный увеличенный агротехнически-просветный порталный трактор, в нем для получения необходимой прочности и жесткости конструкция усилена растяжками [2]. На задние колеса остова трактора опирается через сварные корпуса цепных передач, которые вверху прикреплены к рукавам полуосей, а внизу – к корпусам конечных передач. Недостатком этого порталного трактора является отсутствие гидравлического трансформирования остова, что снижает его эксплуатационные качества.

Изобретена передняя подвеска к высококлиренсным самоходным опрыскивающим транспортным средствам [3]. Узел подвески для высококлиренсного транспортного средства с направлением перемещения вперед и первой рабочей высотой

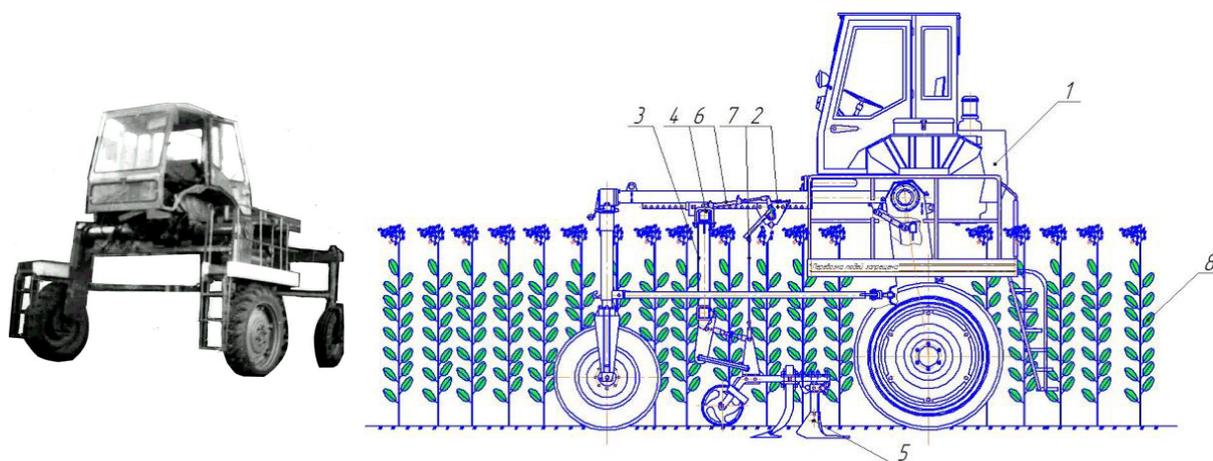


Рис.2. Высококлиренсное мобильное энергетическое средство: а - экспериментальный образец; б – принципиальная схема

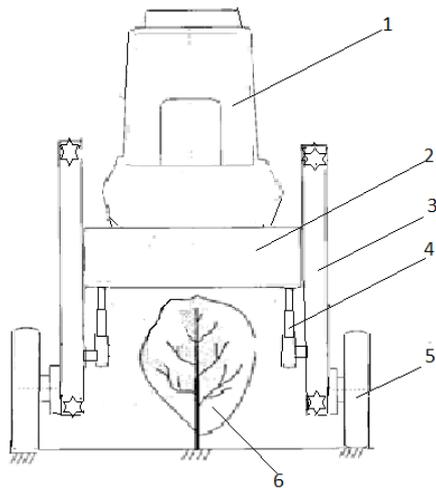


Рис.3. Схема трансформируемого портального трактора 1-кабина, 2-остов трактора, 3-цепная стойка, 4-гидроподъемник, 5-колесо трактора, 6-плодовое дерево

клиренса включает в себя вертикальную цапфу оси, основную ось подвески, элемент для прикрепления ступицы колеса и узел распорного устройства для увеличения высоты клиренса.

Достигается увеличение клиренса между землей и подрамником без изменения расстояния между колесами на противоположных сторонах высококлиренсного опрыскивающего транспортного средства.

Все вышеперечисленное, а также ряд других прогрессивных элементов, которые будут введены в конструкцию (современные системы электро- и гидрооборудования), позволят вывести энергосредства на уровень машин, выпускаемых ведущими зарубежными тракторостроительными фирмами.

Расширены сферы конструкторских работ в области сельскохозяйственного машиностроения с применением современных компьютерных технологий проектирования.

Итак, несмотря на достижения и успехи в СНГ и дальнем зарубежье до сих пор не созданы трактора трансформируемой конструкции, имеющие

Список литературы

- [1] Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67–72.
- [2] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях // Нива Поволжья. 2008. № 2 (7). С. 46–51.
- [3] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезающего листовидной массы // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 2. С. 15–17.
- [4] Ларюшин Н.П., Ларюшин А.М., Фролов Д.И. Уборка без задержек // Сельский механизатор. 2007. № 7. С. 48–49.
- [5] Моделирование работы ботвоудаляющей машины с анализом потоков воздуха внутри ее кожуха / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, О.Н. Кухарев, Н.П. Ларюшин // Нива Поволжья. 2016. № 3 (40). С. 105–111.
- [6] Фролов Д.И. Анализ моделирования потоков воздуха внутри кожуха ботвоудаляющей машины // Инновационная техника и технология. 2016. № 2 (07). С. 34–40.

переход с низкоклиренсного к высококлиренсному положению и наоборот. В данной статье приводятся некоторые идеи для создания такой конструкции трактора.

Предлагаемый трансформируемый портальный трактор с рациональной схемой компоновки создан на уровне изобретения [4].

Поставленная цель достигается совершенствованием конструкции увеличенного агротехнического просветного портального трактора, установкой телескопических цилиндров и гидромеханических приводов.

Усовершенствованная конструкция улучшает эксплуатационный режим работы трансформируемого портального трактора и быстрее осуществляется переход с низкоклиренсного положения к высококлиренсному портальному положению.

Предлагаемая конструкция поясняется схемами, где на рис. 3 конструктивно показан трансформируемый портальный трактор

Трансформируемый портальный трактор состоит из кабины 1, остова трактора 2, цепной стойки 3, гидроподъемника 4, колеса трактора 5.

Трансформируемый портальный трактор работает следующим образом. На данном тракторе изменяются положения заднего и переднего моста с помощью гидроподъемника 4. Левый и правый гидроподъемники поднимают кабину 1 и остов трактора 2 на рассматриваемое высотное положение и будут опускаться вниз. На высотном положении трактор работает над плодовыми деревьями, а в нижнем положении трактор функционирует между деревьями.

Выводы

Таким образом, предлагаемый трансформируемый портальный трактор без демонтажа самостоятельно переходит в низкоклиренсное или высококлиренсное положения. Это обеспечивает ликвидацию простоя трактора и эффективного использования трактора весь период времени года.

- [7] Фролов Д.И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 30–35.
- [8] Фролов Д.И., Курочкин А.А. Нелинейное оценивание динамических нагрузок модели ботвоудаляющего рабочего органа // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2016. № 2 (18). С. 299–305.
- [9] Фролов Д.И., Курочкин А.А. Оптимизация конструктивно-кинематических характеристик машины для удаления листостебельной массы на посевах лука // Наука в центральной России. 2017. № 3 (27). С. 71–78.
- [10] Фролов Д.И., Курочкин А.А. Прочностной анализ модели рабочего органа при влиянии на него центробежной силы // Инновационная техника и технология. 2015. № 2 (03). С. 34–39.
- [11] Фролов Д.И., Курочкин А.А. Уточнение конструктивно-кинематических характеристик ботвоудаляющей машины в полевых условиях // Вестник НГИЭИ. 2017. № 5 (72). С. 60–69.
- [12] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 3. С. 29–33.
- [13] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 18–23.
- [14] Фролов Д.И., Курочкин А.А., Шабурова Г.В. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 120–126.
- [15] Фролов Д.И. Применение модернизированной ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны // Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 45–49.
- [16] Фролов Д.И., Чекайкин С.В. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 158–161.
- [17] Винецкий Е. И., Винецкая Н. Н., Егоров Е.А, Махринов Н. А. Специальные энергетические средства для рассадных и высокостебельных культур. ФГБОУ ВПО КубГАУ, ВРНИИ табака, махорки и табачных изделий, г. Краснодар.
- [18] А.с. № 459375 СССР, М. Кл. В 626 21/18. Гусеничный порталный трактор / Левский А. В., Остапенко Н. А. (СССР).; заявл. 04.10.71; опубл. 05.02.75, Бюл. № 5.– 4 с.: ил.
- [19] Карлсон Брэндон Сай, Бьюз Скотт Мэттью (US) Подвеска высококлиренсного транспортного средства с распорным устройством, устанавливаемым между осью и кронштейном для прикрепления колесной ступицы, для регулирования рабочего клиренса. Полезная модель. 27.09.2014 бюл. № 27.
- [20] Матмуродов Ф. М., Туланов И. О. Заявка патента на изобретение «Трансформируемый порталный трактор» № IAP 20180318 от 04.07.2018 г.

QUESTIONS OF CREATION OF THE TRANSFORMED WHEEL TRACTOR

Matmurodov F.M.

Various designs of high clearance tractors are analyzed. Learn how to create a transformable structure of the tractor. The proposed variable loading gantry tractor without dismantling independently proceeds with low ground clearance to a high clearance farming position and vice versa. This design of the tractor allows you to effectively use the tractor the entire period of the year.

Keywords: *high clearance tractor, a high clearance farming tractor, tractor, convertible design, mobile power tool transformable high clearance tractor, low ground clearance and a high clearance farming situation.*

References

- [1] Analiz protsessa dvizheniya vozdukhа vnutri kozhukha botvoudalyayushchego rabochego organa s obosnovaniem optimal'nogo ugla naklona nozhei / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. № 4 (28). S. 67–72.
- [2] Laryushin N.P., Laryushin A.M., Frolov D.I. Obosnovanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov botvoudalyayushchego ustroystva pri laboratornykh issledovaniyakh // Niva Povolzh'ya. 2008. № 2 (7). S. 46–51.

- [3] Laryushin N. P., Laryushin A. M., Frolov D. I. Optimal'nye parametry botvoudalyayushchego rabocheho organa obrezchika listostebel'noi massy // Traktory i sel'khoz mashiny. 2010. № 2. S. 15–17.
- [4] Laryushin N. P., Laryushin A. M., Frolov D. I. Uborka bez zaderzhok // Sel'skii mekhanizator. 2007. № 7. S. 48–49.
- [5] Modelirovanie raboty botvoudalyayushchei mashiny s analizom potokov vozdukha vnutri ee kozhukha / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, O. N. Kukharev, N. P. Laryushin // Niva Povolzh'ya. 2016. № 3 (40). S. 105–111.
- [6] Frolov D. I. Analiz modelirovaniya potokov vozdukha vnutri kozhukha botvoudalyayushchei mashiny // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2016. № 2 (07). S. 34–40.
- [7] Frolov D. I. Analiz raboty botvoudalyayushchego rabocheho organa s optimizatsiei vozduhnogo potoka vnutri kozhukha // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2014. № 4 (01). S. 30–35.
- [8] Frolov D. I., Kurochkin A. A. Nelineinoe otsenivanie dinamicheskikh nagruzok modeli botvoudalyayushchego rabocheho organa // Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve. 2016. № 2 (18). S. 299–305.
- [9] Frolov D. I., Kurochkin A. A. Optimizatsiya konstruktivno-kinematicheskikh kharakteristik mashiny dlya udaleniya listostebel'noi massy na posevakh luka // Nauka v tsentral'noi Rossii. 2017. № 3 (27). S. 71–78.
- [10] Frolov D. I., Kurochkin A. A. Prochnostnoi analiz modeli rabocheho organa pri vliyani na nego tsentrobezhnoi sily // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2015. № 2 (03). S. 34–39.
- [11] Frolov D. I., Kurochkin A. A. Utochnenie konstruktivno-kinematicheskikh kharakteristik botvoudalyayushchei mashiny v polevykh usloviyakh // Vestnik NGIEI. 2017. № 5 (72). S. 60–69.
- [12] Frolov D. I., Kurochkin A. A., Shaburova G. V. Modelirovanie protsessa udaleniya botvy luka rabochim organom botvoudalyayushchei mashiny // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2014. № 3. S. 29–33.
- [13] Frolov D. I., Kurochkin A. A., Shaburova G. V. Obosnovanie optimal'noi chastoty vrashcheniya rabocheho organa botvoudalyayushchei mashiny // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2013. № 3. S. 18–23.
- [14] Frolov D. I., Kurochkin A. A., Shaburova G. V. Opredelenie optimal'nykh parametrov botvoudalyayushchei mashiny na posevakh luka // Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. № 1 (29). S. 120–126.
- [15] Frolov D. I. Primenenie modernizirovannoi botvoudalyayushchei mashiny dlya skashivani lyutserny // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2015. № 1 (02). S. 45–49.
- [16] Frolov D. I., Chekaikin S. V. Obosnovanie ratsional'nykh parametrov botvoudalyayushchei mashiny na posevakh luka // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2014. № 6 (22). S. 158–161.
- [17] Vinevskii E. I., Vinevskaya N. N., Egorov E. A., Makhrinov N. A. Spetsial'nye energeticheskie sredstva dlya rassadnykh i vysokostebel'nykh kul'tur. FGBOU VPO KubGAU, VRNII tabaka, makhorki i tabachnykh izdelii, g. Krasnodar.
- [18] A.s. № 459375 SSSR, M. Kl. V 626 21/18. Gusenichniy portal'nyi traktor / Levskii A. V., Ostapenko N. A. (SSSR); zayavl. 04.10.71; opubl. 05.02.75, Byul. № 5.– 4 s.: il.
- [19] Karlson Brendon Sai, B'yuz Skott Mett'yu (US) Podveska vysokoklirensnogo transportnogo sredstva s raspornym ustroystvom, ustanavlivaemym mezhd u os'yu i kronshteinom dlya prikrepleniya kolesnoi stupitsy, dlya regulirovaniya rabocheho klirensa. Poleznaya model'. 27.09.2014 byul. № 27.
- [20] Matmurodov F. M., Tulanov I. O. Zayavka patenta na izobretenie «Transformiruemyi portal'nyi traktor» № IAP 20180318 ot 04.07.2018 g.

МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС МЕДОВОГО ПЧЕЛИНОГО СОТА

Некрашевич В.Ф., Мамонов Р.А., Торженнова Т.В., Воробьева И.В., Афанасьев А.М.

При оценке продуктивности пасты и пчелиных семей в разные сроки медосбора необходимо знать количество меда, собираемого пчелами. Такая необходимость возникает особенно при проведении опытов, связанных с содержанием и разведением пчел в различных условиях. Кроме того с увеличением срока использования сотов значительно изменяется их масса, что может внести отклонения от прогнозируемой оценки количества собираемого меда. В статье приведены теоретические расчеты количества меда, накапливаемого в ячейках сотов, а также массы рамок с проволокой и воскового сырья. Представлены экспериментальные данные по массе рамок, проволоки и воскового сырья. Делается заключение о необходимости разработки способа определения количества занятых ячеек сота медом.

Ключевые слова: соты, мёд, восковая основа, гнездовая и магазинная рамки, проволока, масса, объём, плотность.

Введение

Пчелиные соты разделяются на гнездовые и магазинные. Они состоят из рамки с натянутой проволокой и прикрепленной к проволоке вошины [1]. На вошине пчелы строят из воска ячейки, в которые затем откладывают собранный из цветков растительный нектар, превращаемый в мёд [2]. Рамка состоит из верхнего бруска с плечиками для постановки в гнездовой корпус или в магазин, нижнего бруска и боковых планок, между которыми натягивается несколько рядов проволоки для удержания сначала прикрепленной вошины, а затем отстроенного сотов и собранного пчелами нектара [3]. Мёд в ячейках сотов после созревания закрывается восковыми крышечками [4].

Цель работы – разработать теоретические зависимости для определения количества меда по занятым им ячейкам сотов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является медовый сот и параметры его ячеек, занимаемых медом пчелами.

Методами исследований являются измерения параметров сота и его ячеек. Для определения массы меда, восковой основы сотов, деревянной рамки и проволоки были использованы их физико-механические свойства.

Результаты и их обсуждение

Массу сотов с мёдом M_c можно определить по следующей формуле

$$M_c = M_p + M_n + M_m + M_v, \quad (1)$$

где M_p – масса рамки, грамм;

M_n – масса проволоки, грамм;

M_m – масса мёда, грамм;

M_v – масса отстроенного воска вместе с вошиной, грамм.

Примерную массу мёда в соте без его откачки можно определить по формуле

$$M_m = Vn\rho \quad (2)$$

где V – объём одной ячейки в соте, см^3 ;

n – количество ячеек в соте, занятых мёдом,

шт.;

ρ – плотность мёда, которая зависит в основном от места сбора, влажности и температуры, $\text{грамм}/\text{см}^3$.

Ячейка сотов состоит из трёхгранной пирамиды и шестигранной призмы, надстроенной над пирамидой. Поэтому объём ячейки сотов определится по формуле [5]

$$V = V_{\text{пир}} + V_{\text{приз}} \quad (3)$$

где $V_{\text{пир}}$ – объём пирамиды, см^3 ;

$V_{\text{приз}}$ – объём призмы, см^3 .

Объём пирамиды с равными рёбрами определяется по формуле

$$V_{\text{пир}} = \frac{1}{3} S_{\text{п}} h_{\text{п}} \quad (4)$$

где $S_{\text{п}}$ – площадь основания пирамиды, см^2 ;

$h_{\text{п}}$ – высота пирамиды; см.

Объём шестигранной призмы определяется по формуле

$$V_{\text{приз}} = S_{\text{приз}} L_{\text{приз}}, \quad (5)$$

где $S_{\text{приз}}$ – площадь поперечного сечения шестигранной призмы, см²;

$L_{\text{приз}}$ – длина шестигранной призмы, см.

Площадь поперечного сечения шестигранной призмы определится из выражения [6]

$$S_{\text{приз}} = \frac{\sqrt{3}}{2} t_c^2, \quad (6)$$

где t_c – длина стороны шестигранника, см.

Длина надстроенной на вощине части ячейки сотов или призмы определится из выражения

$$L_{\text{приз}} = L_o - h_{\text{п}}, \quad (7)$$

где L_o – общая длина ячейки сотов, см.

Для проведения опытов было взято 100 сотов, из которых 50 гнездовых и 50 магазинных.

Вощина для рамки Дадановского улья содержит примерно 9040 рабочих ячеек. Измерения, расчёты и практика показали, что длина ребра основания пирамидки ячейки сотов составляет 0,51 см, а высота – 0,15 см и объём её равен 0,0056 см³. Средняя длина шестигранной призмы в отстроенных сотах равна 0,75 см, а длина стороны шестигранника – 0,294 см. Объём призмы одной ячейки сотов составляет 0,2245 см³, а всей ячейки с учётом объёма пирамиды – 0,23 см³. При плотности мёда 1350 кг/м³ или 1,35 гр/см³ его масса в одной ячейке составит 0,31 грамма, а в полностью заполненном гнездовом соте примерно – 2,8 кг, что с небольшой погрешностью согласуется с взвешиванием на практике. Такое определение количества мёда в соте имеет смысл потому, что масса восковой ос-

новы сотов в зависимости от времени использования их значительно различается. В гнездовых сотах восковая масса колеблется в пределах от 212 до 427 грамм, а в магазинных – от 70 до 120 грамм. Масса рамок зависит от конструкции и вида древесины, из которой они изготовлены, и колеблется у гнездовых сотов в пределах от 187,4 до 296,2 грамм, а масса у магазинных – от 156,2 до 168,2 грамм. Масса проволоки зависит от её толщины (0,3...0,4 мм) и находится в пределах от 6 до 10 граммов. Таким образом, масса пустых сотов колеблется в широких пределах и находится в пределах для гнездовых от 409 до 733 граммов, а для магазинных от 246,3 до 314,7 граммов. Такое большое различие в величине массы пустых сотов значительно искажает действительную массу мёда в сотах при взвешивании. Единственным недостатком изложенного способа определения количества мёда в сотах является пока отсутствие надежного устройства для определения количества занятых мёдом ячеек в соте. При современном развитии техники это не проблема для исследователей и конструкторов, занимающихся механизацией пчеловодства.

Выводы

Таким образом, теоретически установлено, что масса составляющих элементов медового сота зависит от геометрических параметров и плотности продуктов, масса которых определяется. Экспериментально установлено, что масса деревянных рамок и воскового сырья значительно различается по величине. Это затрудняет вести исследования по разведению и содержанию пчелиных семей. В связи с чем ставится задача о необходимости изыскания простого и надежного способа определения количества меда в пчелиных сотах.

Список литературы

- [1] Некрашевич В. Ф. Совершенствование средств механизации первичной переработки продукции пчеловодства / В. Ф. Некрашевич, А. А. Курочкин, А. М. Афанасьев // Инновационная техника и технология. 2016. № 1. С. 19–23.
- [2] Некрашевич В. Ф. Масса капель меда и скорость его течения по восковой поверхности / В. Ф. Некрашевич, Р. А. Мамонов, А. М. Афанасьев, М. Ю. Афанасьев // Пчеловодство. 2018. № 4. С. 46–47.
- [3] Мамонов Р. А. Теория процесса центробежной скарификации пчелиных сотов / Р. А. Мамонов // Вестник «Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева». 2018. № 2(38). С. 102–107.
- [4] Некрашевич В. Ф. Комбинированный агрегат для переработки пчеловодной продукции / В. Ф. Некрашевич, А. А. Курочкин, А. М. Афанасьев // Пчеловодство. 2016. № 5. С. 48–49.
- [5] Торженова Т. В. Организационно-экономические аспекты эффективного производства перги: на материалах Рязанской области: диссертация ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Торженова Татьяна Владимировна. [Место защиты: Мичурин. гос. аграр. ун-т]. Рязань, 2010. 181 с.
- [6] Некрашевич В. Ф. Определение количества перги в сотах при организационно-экономических взаимоотношениях между пчеловодами и переработчиками / В. Ф. Некрашевич, Р. А. Мамонов, Т. В. Торженова, М. В. Коваленко, К. В. Буренин, Е. И. Буренина // Вестник «Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева». 2014. № 4(24). С. 77–81.

MATERIAL BALANCE OF THE HONEY BEE HONEYCOMB

Nekrashevich V.F., Mamonov R.A., Torzhenova T.V., Vorobyeva I.V., Afanasiev A.M.

When assessing the productivity of apiaries and bee colonies in different terms of honey collection is necessary to know the amount of honey collected by bees. This need arises especially when conducting experiments related to the content and breeding of bees in different conditions. In addition, with the increase in the period of use of honeycombs, their mass changes significantly, which can make deviations from the projected estimate of the amount of honey collected. The article presents theoretical calculations of the amount of honey accumulated in honeycomb cells, as well as the mass of frames with wire and wax raw materials. Experimental data on the weight of frames, wire and wax raw materials are presented. A conclusion is made about necessity of development of method of determination of the number of occupied cells in the honeycomb with honey.

Keywords: *honeycomb, honey, wax base, nest and store frame, wire, weight, volume, density.*

References

- [1] Nekrashevich V.F. Improvement of mechanization and primary processing of bee products / V.F. Nekrashevich, A.A. Kurochkin, A. M. Afanasiev // Innovative machinery and technology. 2016. No 1. P. 19–23.
- [2] Nekrashevich V.F. The mass of honey drops and the speed of its flow on the wax surface / V.F. Nekrashevich, R. A. Mamonov, A. M. Afanasiev, M. U. Afanasiev // beekeeping. 2018. No 4. P. 46–47.
- [3] Mamonov R.A. The theory of the centrifugal process of scarification bee honeycombs / R.A. Mamonov // Vestnik of «Ryazan State Agrotechnological University name P.A. Kostychev». 2018. No.2 (38). P. 102–107.
- [4] Nekrashevich V.F. Combined aggregate for processing of products of beekeeping / V.F. Nekrashevich, A.A. Kurochkin, A. M. Afanasiev // beekeeping. 2016. No.5. P. 48–49.
- [5] Torzhenova T.V. Organizational-economic aspects of efficient production of bee-bread: on the materials of the Ryazan region: dissertation ... candidate of economic sciences: 08.00.05 / Torzhenova Tatyana Vladimirovna. [Place of protection: Michurin. state agro. university]. Ryazan. 2010. 181 p.
- [6] Nekrashevich V.F. Determination of the amount of pollen in the cells on the organizational and economic relations between beekeepers and processors / V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov, T.V. Torzhenova, M. V. Kovalenko, K. V. Burenin, E.I. Burenina // Vestnik of «Ryazan State Agrotechnological University name P.A. Kostychev». 2014. No.4 (24). P. 77–81.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЧНОГО ДИАМЕТРА ЧАСТИЦЫ В ГИДРОЦИКЛОНЕ С УЧЕТОМ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗДЕЛЯЕМОЙ СУСПЕНЗИИ

Пчелинцева О.Н.

В работе представлен математический метод расчета диаметра граничного зерна в зависимости от конструкционных и технологических параметров гидроциклона. Целью работы являлось установление рациональных параметров процесса разделения суспензии. Установлено, что для достижения значительного эффекта разделения диаметр граничного зерна должен находиться в пределах 30–40 мкм.

Ключевые слова: твердая частица, гидроциклон, суспензия, дисперсность, сопротивление среды.

Введение

Характер движения частицы взвеси в гидроциклоне определяется следующими силами: центробежной силой, возникающей под воздействием тангенциальной составляющей скорости жидкости и силой сопротивления жидкости, обусловленной радиальным потоком. Под влиянием центробежной силы частицы твердого компонента движутся от оси гидроциклона к периферии, сила сопротивления жидкости – противоположна ей по направлению [1, 2, 3].

По мере удаления от оси гидроциклона действие центробежной силы уменьшается, а действие радиального потока возрастает. При этом в зависимости от радиуса, центробежная сила частицы изменяется больше, чем сила сопротивления жидкой среды за счет ее радиальной скорости. По этой причине у стенок гидроциклона будут оставаться наиболее крупные частицы, так как центробежная сила у стенок сравнительно мала. Более мелкие частицы будут удаляться радиальным потоком на меньшие радиусы, где более высокое значение центробежной силы будет уравновешивать давление радиального потока [4–6].

Целью работы являлось установление рациональных параметров процесса разделения суспензии.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является диаметр граничного зерна разделяемой суспензии в зависимости от конструкционных и технологических параметров гидроциклона и реологических характеристик исследуемой среды.

Результаты и их обсуждение

В гидроциклоне частицы взвеси распределяются по радиусу следующим образом: более крупные частицы концентрируются у стенок гидроци-

клона, а более мелкие располагаются ближе к оси, на радиусах, которые соответствуют их крупности. Аналогичным образом будут распределяться частицы различного удельного веса – более тяжелые будут располагаться у стенок гидроциклона, а более легкие ближе к центру.

Вместе с тем, частица взвеси движется еще и в вертикальном направлении, под действием силы тяжести и осевой составляющей скорости потока. Из чего следует, что твердая частица внутри гидроциклона перемещается по сложной пространственной траектории, которая напоминает винтовую линию [7,8].

Так как, фактор разделения для гидроциклонов весьма значителен по своей величине, при рассмотрении движения твердой частицы обычно пренебрегают влиянием вертикальных сил и решают плоскую задачу, т.е. рассматривают движение частицы в плоскости, перпендикулярной оси гидроциклона.

Решение плоской задачи несколько искажает реальную картину движения твердой частицы внутри гидроциклона, но оно допустимо, так как центробежная сила имеет решающее значение.

Таким образом, частица твердого компонента в потоке жидкости оказывается под влиянием двух основных сил: центробежной силы, направленной к периферии и силы сопротивления среды, противоположной ей по направлению.

При условии, что центробежная сила имеет шарообразную форму, ее величина для частицы взвеси может быть найдена по формуле:

$$T = \frac{\pi d^3 (\gamma_{\text{ч}} - \gamma_{\text{с}}) g_{\text{т}}^2}{6gr} \quad (1)$$

где T – центробежная сила на радиусе вращения, Н;

$g_{\text{т}}$ – тангенциальная скорость на том же

радиусе, м/с;

d – диаметр частицы твердого компонента, м;

$\gamma_{\text{ч}}$ – удельный вес частицы, Н/м³;

$\gamma_{\text{с}}$ – удельный вес жидкой среды, Н/м³;

g – ускорение силы тяжести, м/с².

Сила сопротивления среды складывается из динамического сопротивления ($P_{\text{д}}$) и сопротивления вязкости (S). Согласно закону Ньютона, динамическое сопротивление выражается формулой [1–3]:

$$P_{\text{д}} = \frac{\pi d^2}{12g} \gamma_{\text{с}} g_{\text{r}}^2 \quad (2)$$

Сопротивление вязкости определяется по формуле Стокса:

$$S = 3\pi\eta d g_{\text{r}}, \quad (3)$$

где η – структурная вязкость среды, Н · с / м²;

g_{r} – радиальная скорость, м/с.

Несмотря на то, что оба сопротивления действуют одновременно, величины их различны и находятся в зависимости от скоростей движения среды и размеров твердой частицы. Если для определенного размера частиц будет соблюдено условие $T = P_{\text{д}} + S$, то они будут находиться в равновесии и могут продолжительное время циркулировать в гидроциклоне. Более крупные частицы отбрасываются центробежной силой к стенке гидроциклона, частицы меньшего размера, чем граничное зерно, будут уноситься радиальным потоком жидкости к оси и попадут в слив гидроциклона. [9–11].

Равновесное состояние частицы твердого компонента выражается уравнением [6–7]:

$$\frac{\pi d^3 (\gamma_{\text{с}} - \gamma_{\text{ч}}) g_{\text{r}}^2}{6gr} = \frac{\pi d^2 \rho_{\text{с}} g_{\text{r}}^2}{12} + 3\pi d \eta g_{\text{r}}, \quad (4)$$

Или

$$\frac{d^2 (\gamma_{\text{с}} - \gamma_{\text{ч}}) g_{\text{r}}^2}{6gr} = \frac{d \gamma_{\text{с}} g_{\text{r}}^2}{12g} + 3\eta g_{\text{r}} \quad (5)$$

Радиальная скорость жидкости определяется из условий неразрывности потока, проходящего через коаксиальные цилиндры внутри гидроциклона [1–3]:

$$g_{\text{r}} = \frac{Q}{2\pi r h}, \quad (6)$$

где Q – производительность гидроциклона, м³/с;

r – радиус коаксиального сечения, обычно принимается равным радиусу верхнего патрубка гидроциклона, м;

h – высота коаксиального цилиндра, принимается равной 2/3 высоты конической части гидроциклона h_1 , м.

Если учесть, что высота конической части h_1

равна:

$$h_1 = \frac{D}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (7)$$

где D – диаметр гидроциклона, м;

α – угол конусности, в градусах, то:

$$h = \frac{2}{3} \frac{D}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{D}{3 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (8)$$

Подставляя в выражение (6) значение h и r получим:

$$g_{\text{r}} = \frac{Q}{\pi d_{\text{в}} \frac{D}{3 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}} = \frac{3Q \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\pi D d_{\text{в}}}. \quad (9)$$

Если в качестве исходного продукта выступает вязко-пластическая жидкость, например, крахмальная суспензия, то кроме сопротивления вязкости S и динамического сопротивления среды, следует учитывать и ее структурно-механические свойства.

Выделение твердых частиц из среды, отвечающей условиям Шведова-Бингама:

$$\tau = \eta \frac{d g_{\text{r}}}{d r} + \tau_0 \quad (10)$$

отличается от выделения твердой взвеси из жидкостей, подчиняющихся закону трения Ньютона:

$$\tau = \eta \frac{d g_{\text{r}}}{d r}, \quad (11)$$

где $\frac{d g_{\text{r}}}{d r}$ – градиент скорости, 1/с;

τ_0 – предельное напряжение сдвига, Н/м²; η

– структурная вязкость, Н · с / м².

При выделении частиц взвеси из крахмальной суспензии в гидроциклоне будет появляться дополнительная сила сопротивления среды, обусловленная структурно-механическими свойствами вязко-пластических жидкостей.

Дополнительная сила сопротивления среды находится по формуле [1–3]:

$$W = \lambda \pi d^2 \tau_0, \quad (12)$$

где λ – коэффициент пропорциональности. В первом приближении его можно принять равным 1,25.

Следовательно, структура расчетной формулы для определения граничных размеров частицы приобретает новый вид:

$$T \geq P_{\text{д}} + S + W \quad (13)$$

Или

$$\frac{d(\gamma_{\text{ч}} - \gamma_{\text{с}})g_t^2}{6gr} = \frac{\gamma_{\text{с}}g_t^2}{12g} + \frac{3\eta g_t}{d} + \lambda\tau_0. \quad (14)$$

На входе в гидроциклон скорость потока определяется по формуле:

$$g = \omega \frac{D}{2}. \quad (15)$$

или из условия неразрывности потока

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (16)$$

где $S = \pi d_{\text{вх}}^2 / 4$ – площадь сечения входного

патрубка гидроциклона, м^2 ;

$d_{\text{вх}}$ – диаметр входного патрубка

гидроциклона, м.

Таким образом

$$\omega = \frac{8Q}{\pi d_{\text{вх}}^2 D}. \quad (17)$$

Тангенциальную скорость на радиусе верхнего патрубка определяют по формуле:

$$g_t = \omega r = \frac{8Q}{\pi d_{\text{вх}}^2 D} \frac{d_{\text{в}}}{2}, \quad (18)$$

где $r = \frac{d_{\text{в}}}{2}$ – радиус верхнего патрубка, м.

Подставив в (9) и (18) формулу (14) получим:

$$\begin{aligned} d(\gamma_{\text{ч}} - \gamma_{\text{с}}) \frac{\left(\frac{4Qd_{\text{в}}}{\pi d_{\text{вх}}^2 D}\right)^2}{6gr} &= \\ &= \frac{\gamma_{\text{с}} \left(\frac{3Q\text{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\pi D d_{\text{в}}}\right)^2}{12g} + \frac{3}{d} \eta \frac{3Q\text{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\pi D d_{\text{в}}} + \lambda\tau_0. \end{aligned} \quad (19)$$

В итоге проведенных преобразований получаем выражение для определения диаметра граничного зерна с учетом конструктивных параметров гидроциклона, а также технологических и реологических характеристик исследуемой среды:

$$d = \frac{3d_{\text{в}}}{(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{с}}) \left(\frac{4Qd_{\text{в}}}{\pi d_{\text{вх}}^2 D}\right)^2} \times$$

$$\sqrt{\left[2\rho_{\text{с}} \left(\frac{3Q\text{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\pi D d_{\text{в}}} \right)^2 / 12 + \lambda\tau_0^2 \right] + \left(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{с}} \right) \left(\frac{4Qd_{\text{в}}}{\pi d_{\text{вх}}^2 D} \right) \frac{3Q\text{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\pi D d_{\text{в}}} - \left[-\rho_{\text{с}} g \left(\frac{3Q\text{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\pi D d_{\text{в}}} \right) - \lambda\tau_0 \right] / 2} \quad (20)$$

где $\lambda_{\text{ч}} = \rho_{\text{ч}}$; $\lambda_{\text{с}} = \rho_{\text{с}} g$ – удельный вес частицы и среды соответственно;

τ_0, η – предельное напряжение сдвига и

структурная вязкость, полученные ранее при обработке результатов реологических исследований картофельной кашки:

$$\tau_0 = (41,06C - 575,77) T^{0,02C-0,98} \quad (21)$$

$$\eta = (0,003C - 0,005) T^{0,01e^{0,12C}}. \quad (22)$$

С помощью полученной математической модели можно рассчитывать диаметр граничного зерна в зависимости от конструктивных и технологических параметров гидроциклона, а также реологических характеристик, выраженных через содержание сухих веществ и температуру.

Для эффективного разделения суспензии необходимо, чтобы граничное зерно имело минимальные размеры [6]. Следовательно, максимальное количество зерен крахмала переходит в нижний сход гидроциклона, а мезга с картофельным соком – в верхний. Зерна наименьшие по массе и неправильной формы осаждаются медленнее, так как имеют большее гидравлическое сопротивление. Для устранения этой проблемы крахмал при извлечении многократно промывают, увеличивают фактор разделения гидроциклона.

Выводы

В заключение можно сделать вывод, что для достижения значительного эффекта разделения диаметр граничного зерна должен находиться в пределах 30–40 мкм. Рациональные параметры проведения процесса разделения суспензии следующие: $Q=0,006 \text{ м}^3/\text{с}$; $d_{\text{в}} = 0,007 \text{ м}$; $d_{\text{вх}} = 0,01 \text{ м}$; $D=0,022-0,024 \text{ м}$; $\alpha = 5^\circ$; $C=14-18\%$; $T=5-15^\circ\text{C}$. Представленные параметры подтверждаются экспериментальными исследованиями.

Список литературы

- [1] Башаров М. М. Устройство и расчет гидроциклонов: учебное пособие / М. М. Башаров, О. А. Сергеева; под ред. А. Г. Лаптева. Казань: Вестфалика, 2012. 92 с.
- [2] Бауман А. В. Влияние реологических свойств суспензии на параметры классификации в гидроциклоне / А. В. Бауман, С. В. Янин // *Алюминий Сибири 2003*: сб. науч.ст. Красноярск, 2003. С. 339.
- [3] Евтюшкин Е. В. Математическое моделирование движения дисперсной фазы и сепарации в гидроциклоне: дис... кандидата физико-математических наук: 01.02.05 / Евтюшкин Евгений Викторович; [Место защиты: Том. гос. университет]. Томск, 2007. 168 с.
- [4] Кузькин, А. С. Вопросы теории и технологические аспекты обогащения в аппаратах центробежного типа / А. С. Кузькин // *Цветные металлы*. 2004. № 3. С. 41.
- [5] Остриков А. Н. Процессы и аппараты пищевых производств: учеб. для вузов / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. В. Логинов [и др.]; под ред. А. Н. Острикова. СПб.: ГИОРД, 2012. 616 с.
- [6] Раскина, О. А. Расчет траектории частицы дисперсной фазы в гидроциклоне / О. А. Раскина, В. А. Фафурин // *Известия вузов. Химия и химическая технология*. 2003. Том 46. Вып. 4. С. 142.
- [7] Чесноков Ю. Г. Математическая модель поля скоростей жидкости в гидроциклоне / Ю. Г. Чесноков, А. В. Бауман, О. М. Флисюк. // *Сборник трудов МНК ММТТ*. 16. СПб., 2003. Т. 10.
- [8] Чесноков Ю. Г., Бауман А. В., Флисюк О. М. Расчет поля скоростей жидкости в гидроциклоне // *Журнал прикладной химии*. 2006. Т. 79, Вып. 5. С. 783.
- [9] Пчелинцева О. Н. Инновационные процессы и технологии в пищевых производствах О. Н. Пчелинцева, Е. А. Сарафанкина, Д. О. Полежаев // *Состояние и перспективы развития современной науки: Социально-экономические, естественнонаучные исследования*: сб. мат.– Пенза, Международная научно-практическая конференция, 2016. С. 149–155.
- [10] Пчелинцева О. Н. Использование инновационных технологий в пищевых производствах О. Н. Пчелинцева, А. А. Блинохватов, М. А. Абросимов // *Состояние и перспективы развития современной науки: Социально-экономические, естественнонаучные исследования*: сб. мат.– Пенза, Международная научно-практическая конференция, 2018. С. 39–44.
- [11] Пчелинцева О. Н. Математическое моделирование концентрирования фруктового сока в многокорпусной выпарной установке О. Н. Пчелинцева., Д. И. Фролов // *Инновационная техника и технология*. 2015. № 1 (02). С. 20–25.

DESCRIPTION OF THE METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE BOUNDARY DIAMETER OF THE PARTICLES IN THE HYDROCYCLONE TAKING INTO ACCOUNT THE STRUCTURAL-MECHANICAL PROPERTIES OF PARTIAL SUSPENSION

Pchelinceva O.N.

The paper presents a mathematical method for calculating the diameter of the boundary grain depending on the structural and technological parameters of the hydrocyclone. The aim of the work was to establish rational parameters of the suspension separation process. It was found that in order to achieve a significant separation effect, the diameter of the boundary grain should be within 30-40 μm .

Keywords: *particle, a hydrocyclone, a suspension, a dispersion, and the resistance of the medium.*

References

- [1] Basharov M.M. Ustroistvo i raschet gidrotsiklonov: uchebnoe posobie / M.M. Basharov, O.A. Sergeeva; pod red. A. G. Lapteva. Kazan': Vestfalika, 2012. 92 p.
- [2] Bauman A. V. Vliyanie reologicheskikh svoystv suspenzii na parametry klassifikatsii v gidrotsyklone / A. V. Bauman, S. V. Yanin // *Alyuminii Sibiri 2003*: sb. nauch.st. Krasnoyarsk, 2003. P. 339.
- [3] Evtuyshkin E. V. Matematicheskoe modelirovanie dvizheniya dispersnoi fazy i separatsii v gidrotsyklone: dis... kandidata fiziko-matematicheskikh nauk: 01.02.05 / Evtuyshkin Evgenii Viktorovich; [Mesto zashchity: Tom. gos. universitet]. Tomsk, 2007. 168 p.
- [4] Kuz'kin, A. S. Voprosy teorii i tekhnologicheskie aspekty obogashcheniya v apparatakh tsentrobezhnogo tipa / A. S. Kuz'kin // *Tsvetnye metally*. 2004. № 3. P. 41.

- [5] Ostrikov A. N. Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv: ucheb. dlya vuzov / A. N. Ostrikov, O. V. Abramov, A. V. Loginov [i dr.]; pod red. A. N. Ostrikova. SPb.: GIOR, 2012. 616 p.
- [6] Raskina, O.A. Raschet traektorii chastitsy dispersnoi fazy v gidrotsiklone / O.A. Raskina, V.A. Fafurin // Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. 2003. Tom 46. Vyp. 4. p. 142.
- [7] Chesnokov Yu. G. Matematicheskaya model' polya skorostei zhidkosti v gidrotsiklone / Yu. G. Chesnokov, A. V. Bauman, O. M. Flisyuk. // Sbornik trudov MNK MMTT. 16. SPb., 2003. T.10.
- [8] Chesnokov Yu.G., Bauman A. B., Flisyuk O. M. Raschet polya skorostei zhidkosti v gidrotsiklone // Zhurnal prikladnoi khimii. 2006. T. 79, Vyp.5. p. 783.
- [9] Pchelintseva O. N. Innovatsionnye protsessy i tekhnologii v pishchevykh proizvodstvakh O. N. Pchelintseva, E. A. Sarafankina, D. O. Polezhaev // Sostoyanie i perspektivy razvitiya sovremennoi nauki: Sotsial'no-ekonomicheskie, estestvennonauchnye issledovaniya: sb. mat.– Penza, Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 2016. PP. 149–155.
- [10] Pchelintseva O. N. Ispol'zovanie innovatsionnykh tekhnologii v pishchevykh proizvodstvakh O. N. Pchelintseva, A. A. Blinokhvatov, M. A. Abrosimov // Sostoyanie i perspektivy razvitiya sovremennoi nauki: Sotsial'no-ekonomicheskie, estestvennonauchnye issledovaniya: sb. mat.– Penza, Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 2018. PP. 39–44.
- [11] Pchelintseva O. N. Matematicheskoe modelirovanie kontsentrirovaniya fruktovoogo soka v mnogokorpusnoi vyparnoi ustanovke O. N. Pchelintseva., D. I. Frolov // Innovative machinery and technology. 2015. No.1 (02). PP. 20–25.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПИЩЕВОЙ ЭКСТРУЗИИ

Фролов Д.И.

Развитие новых процессов и материалов помогает, помимо классического экспериментального подхода, использовать теоретические модели, способные предоставлять информацию об условиях процесса и их влиянии на характеристики продукта. В этой статье обсуждается подход к моделированию пищевой экструзии, основанный на разработке эффективных и детерминированных моделей с применением механики сплошных сред.

Ключевые слова: моделирование пищевой экструзии, механика сплошных сред, экструдер, пищевая промышленность, энергетический баланс.

Введение

Развитие новых процессов и материалов помогает, помимо классического экспериментального подхода, использовать теоретические модели, способные предоставлять информацию об условиях процесса и их влиянии на характеристики продукта. Вместо длительных и утомительных процедур проб и ошибок моделирование процессов может быстро помочь избежать несоответствующих решений и сосредоточиться на важных событиях.

Моделирование процессов может представлять различные аспекты и требует для этого разных методов. В области экструзии пищевых продуктов широко используется моделирование поверхности отклика (МПО) и планирование эксперимента для корреляции температуры продукта T_p и удельной механической энергии (УМЭ) с функциональными свойствами экструдированного крахмала. Этот подход показал, что T_p и УМЭ являются важными переменными процесса экструзии, но количество требуемых экспериментов растет экспоненциально с количеством изученных параметров, а справедливость полиномиальных моделей ограничена экспериментальной областью, поэтому ее вряд ли можно использовать для промышленного дизайна продукта.

Несмотря на эти недостатки, подход МПО очень популярен, главным образом из-за его простоты, и результаты очень часто встречаются в современной литературе [1, 5, 7, 8]. Эти работы обычно приводят к ожидаемым результатам для продуктов различного состава, но подход с трудом справляется с основными механизмами, регулирующими изменение продукта в процессе переработки, и ограничивается одним лишь экспериментальным подходом [2, 3, 4, 6, 9, 10]. Между тем, модели, основанные на химическом инженерном подходе, путем подгонки кривых распределения времени пребывания (РМП), описывали экструдер как сборку различных химических реакторов. Этот метод обычно обеспечивает ограниченное количество ин-

формации, поскольку в основном показано, что он в основном зависит от скорости вращения шнека, геометрии шнека и скорости подачи, но не от температуры или содержания воды, которые хорошо известны своей важностью для структурных изменений биополимеров. Кроме того, для этого требуется ряд регулируемых параметров (например, тип и число реакторов), что ограничивает их потенциал с точки зрения прогнозирования или экстраполяции.

Используя измерения РМП и УМЭ, изменения небольших компонентов могут быть предсказаны простыми моделями, в которых коррелирует термомеханическая энергия с сохранением тиамин в экструдированных продуктах. Также существует моделирование процессов на основе экспертных систем и нейронных сетей. Эти подходы, в которых модели постепенно улучшаются с опытом, в основном полезны для управления технологическими процессами, например, для того чтобы контролировать вращающий момент и УМЭ двухшнекового экструдера с помощью скорости вращения шнека и подачи воды.

На самом деле наиболее подходящим подходом для разработки эффективных и детерминированных моделей является вывод уравнений, основанных на механике сплошных сред. Эти уравнения, как правило, представляют собой балансы массы и теплообмена, дополненные определяющим уравнением, описывающим реологическое поведение исследуемого материала. Основное преимущество моделей, основанных на механике сплошных сред, состоит в том, что они не требуют каких-либо регулируемых параметров. Конечно, все параметры, участвующие в различных уравнениях, должны быть известны, но это детерминированный подход, и модели, таким образом, являются прогностическими.

Описывая экструдер, иногда бывает сложно установить отношения между параметрами входа и выхода. Модель позволит нам рассчитать данные, которые невозможно измерить (например, скорости сдвига, деформации), чтобы четко понимать взаи-

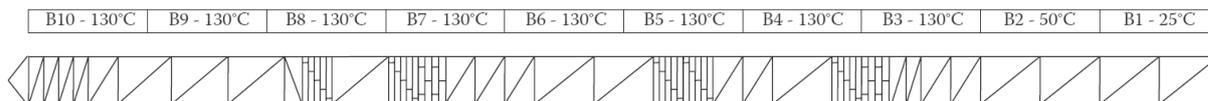


Рис. 1. Пример винтового профиля двухшнекового экструдера, включая три ограничивающие секции (два блока замешивающих дисков и один левосторонний элемент справа налево).

мосвязи между различными параметрами (например, что является последствиями изменения скорости вращения шнека) или для прогнозирования пределов процесса (например, температура продукта превысит предельные значения; достигнут максимальный крутящий момент).

Таким образом, такая модель может использоваться для лучшего понимания процесса, но также для оптимизации (лучшие условия обработки для желаемых свойств, наилучшая конструкция винтов для увеличения производительности и снижения энергопотребления). Он также может быть использован для решения сложных задач масштабирования: когда процесс/продукт был разработан в лабораторном масштабе, а нужно разработать профиль винта и определить условия обработки для того, чтобы получить такое же качество продукции в промышленном масштабе.

В случае одношнековой экструзии геометрия довольно проста, и аналитические решения уравнений потока могут быть легко представлены и упрощены.

Эффективная модель двухшнекового экструзионного процесса должна позволять правильно оценивать параметры процесса (давление, температуру, время пребывания, вязкость и т.д.), а также правильные тенденции при изменении контрольных значений (скорость шнека, подача и др.).

Цель этой статьи - показать возможности моделирования процессов на основе механики сплошных сред в области двухшнековой экструзии для пищевых продуктов с помощью общего подхода.

Объекты и методы исследований

На самом деле в двухшнековом экструзионном моделировании необходимо учитывать два основных аспекта. Мы можем рассматривать весь процесс, от подачи сырья в бункере до выхода из трансформированного продукта в матрицу, или просто сосредоточиться на ограниченной части экструдера. Первый аспект, называемый глобальным моделированием, требует использования упрощенного подхода, обычно основанного на предположении одномерного потока. Второй может быть очень сложным и обычно использует трехмерный метод конечных элементов (FEM). Он позволяет очень точно описать поле потока, но является дорогостоящим с точки зрения вычислительных ресурсов. Рассмотрим глобальный подход к процессу экструзии

двухшнековым экструдером, подходящим для рассмотрения реалистичных промышленных применений.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим моделирование двухшнековой экструзии с использованием метода сплошных сред: сырые материалы подаются в экструдер в разделенной твердой форме (порошок, мука), а жидкости (вода, сироп, жир и т.д.) могут быть добавлены, если ранее не смешивались.

Прогресс процесса экструзии идет вдоль шнека экструдера и следует общей последовательности твердой транспортировки продуктов, за которой следует переход из твердого вещества в макроскопически гомогенную вязкую фазу, которую можно назвать тестом или расплавом. Затем расплав транспортируется и подается в термическую и механическую часть экструдера (в основном, сдвиг). Наконец, этот расплав подвергается переходу жидкость / твердое вещество на выходе из матрицы из-за резких изменений давления и температуры. Эти изменения состояния, а также переносы тепла и массы являются результатом различных явлений, которые хорошо описываются; они учитываются вариациями тепловых и физических свойств, которые являются важными входами модели.

Переход твердого вещества / расплава в основном обусловлен трением между срезанными частицами, которые могут быть фрагментированы, в случае крахмальных гранул, или стать резиновыми для белков. Учитывая винтовой профиль, показанный на рис.1, этот переход обычно считается на первом ограничительном элементе (замешивающий диск, левый винт и т.д.), по существу, из-за сжатия и трения частиц муки в этом разделе.

Эти изменения сильно отличаются от тех, которые происходят при избытке воды, где напряжения сдвига незначительны, то есть, например, клейстеризация.

Обзор явления плавления крахмала в зависимости от содержания воды широко описаны в литературе для различных источников крахмала и состава крахмалистого продукта, особенно содержания сахара. Таким образом, общий энергетический баланс явления плавления внутри экструдера может быть записан как:

$$\Delta H + Cp\Delta T = Ecd + Ef \quad (1)$$

где ΔH – удельная энтальпия для изменения

состояния (плавление в случае крахмалистого продукта с порядком величины приблизительно 10 Дж/г),

ΔT – общее повышение температуры до максимальной температуры,

E_{cd} и E_f – удельные энергии, обеспечиваемые проводимостью из ствола и винта (винтов), и диссипация трением соответственно.

Выводы

Принимая обычные значения теплопроводности и удельной теплоемкости, а также коэффициент межчастичного трения пришли к выводу, что энергозатраты для перехода твердого вещества/расплава составляют приблизительно 500 Дж/г, что соответствует значению, согласующемуся с преобразованиями крахмала во время экструзии.

Список литературы

- [1] Пахомов В.И., Брагинец С.В., Алферов А.С., Гайдаш М.В., Степанова Ю.В. Исследования процесса экструдирования смеси зерновых концентратов с измельченной зеленой массой бобовых трав // Вестник Донского государственного технического университета. 2016. Т. 16. № 2 (85). С. 154-159.
- [2] Петров И.А., Славнов Е.В. Моделирование шнек-прессового отжима как совокупности процессов течения вязкой несжимаемой смеси и фильтрации жидкости сквозь пористую среду // Вычислительная механика сплошных сред. 2013. Т. 6. № 3. С. 277-285.
- [3] Коновалов В.В., Курочкин А.А., Фролов Д.И. Методология проектирования смесителей-увлажнителей сыпучих пищевых продуктов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 189-196.
- [4] Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Фролов Д.И. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 109-114.
- [5] 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] Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 94-99.
- [7] Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 15-20.
- [8] Фролов Д.И., Курочкин А.А. К вопросу совершенствования экструзионных технологий // Инновационная техника и технология. 2015. № 2 (03). С. 18-23.
- [9] 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.
- [10] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 104-111.

THE THEORETICAL APPROACH TO MODELING FOOD EXTRUSION

Frolov D.I.

The development of new processes and materials helps, in addition to the classical experimental approach, to use theoretical models that can provide information about the process conditions and their impact on product characteristics. This paper discusses an approach to food extrusion modeling based on the development of efficient and deterministic models using continuum mechanics.

Keywords: *food extrusion modeling, continuum mechanics, extruder, food industry, energy balance.*

References

- [1] Pakhomov V.I., Braginetz S.V., Alferov A.S., Gaidash M.V., Stepanova Yu.V. Issledovaniya protsessa ekstrudirovaniya smesi zernovykh kontsentratov s izmel'chennoi zelenoi massoi bobovykh trav // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2016. T. 16. № 2 (85). pp. 154-159.

-
- [2] Petrov I.A., Slavnov E.V. Modelirovanie shnek–pressovogo otzhima kak sovokupnosti protsessov techeniya vyazkoi neszhimaemoy smesi i fil'tratsii zhidkosti skvoz' poristuyu sredy // Vychislitel'naya mekhanika sploshnykh sred. 2013. T. 6. № 3. pp. 277–285.
- [3] Konovalov V.V., Kurochkin A.A., Frolov D.I. Metodologiya proektirovaniya smesitelei-uvlazhnitelei sypuchikh pishchevykh produktov // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2014. № 6 (22). pp. 189–196.
- [4] Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Frolov D.I. Poluchenie ekstrudatov krakhmalsoderzhashchego zernovogo syr'ya s zadannoi poristost'yu // XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus. 2014. № 6 (22). pp. 109–114.
- [5] Modelirovanie protsessa polucheniya ekstrudatov na osnove novogo tekhnologicheskogo resheniya / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Niva Povolzh'ya. 2014. № 30. pp. 70–76.
- [6] Regulirovanie struktury ekstrudatov krakhmalsoderzhashchego zernovogo syr'ya / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2013. № 4. pp. 94–99.
- [7] Teoreticheskoe obosnovanie termovakuumnogo effekta v rabochem protsesse modernizirovannogo ekstrudera / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. № 3. pp. 15–20.
- [8] Frolov D.I., Kurochkin A.A. K voprosu sovershenstvovaniya ekstruzionnykh tekhnologii // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2015. № 2 (03). pp. 18–23.
- [9] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym soderzhaniiem lipidov / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2014. № 4. pp. 70–74.
- [10] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym soderzhaniiem lipidov i pishchevykh volokon / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2016. № 3 (42). pp. 104–111.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 637.07

ПРОИЗВОДСТВО МЯСА ИНДЕЙКИ НА ПРОМЫШЛЕННОЙ ОСНОВЕ

Зимняков В.М., Дмитриева С.Ю.

На основе анализа исследований отрасли индейководства представлена динамика поголовья индеек в сельскохозяйственных организациях в 2006–2016 гг. Определены крупнейшие производители мяса индейки в стране. Дана динамика производства мяса индейки в России. Отмечено, что производство мяса индейки (в убойном весе) на птицеводческих предприятиях России с 2006 по 2017 г. выросло в 3,5 раза – с 78,1 тыс. т. до 276,3 тыс. т. Выявлено, что российский рынок индейки имеет реальные возможности для ускоренного импортозамещения на отечественном рынке мяса в целом, создания экспортного потенциала отрасли, решения задач здорового питания населения, обеспечения высокой рентабельности бизнеса, успешного возврата инвестиций, решения проблемы продовольственной безопасности страны. Составлен прогноз объемов производства мяса индейки на ближайшие годы.

Ключевые слова: мясо, индейка, динамика, перспективы, производство, потребление, объемы, экспорт.

Введение

В последнее время в России наблюдается возрождение индейководческой отрасли, так как повышается потребительский спрос на мясо индейки. Инвестиции в производство этого вида птицы привлекают крупный агробизнес. Промышленное производство индюшатины имеет более короткие сроки возврата инвестиций по сравнению с производством говядины и свинины.

Среди причин резкого роста спроса на мясо индейки – активная стратегия производителей с установлением разумной цены для потребителя в совокупности с повышением популярности индейки ввиду ее полезных свойств и очевидных преимуществ по сравнению с другими видами мяса (диетическое, нежирное, содержит полезные вещества и микроэлементы, уровень холестерина значительно ниже, чем у других видов мяса). Мясо индейки относится к маложирным диетическим видам, отличается высокими вкусовыми характеристиками, благодаря чему входит в меню жителей большинства стран мира.

Мясо индейки – это низкокалорийный, диетический продукт питания, с оптимальным соотношением белков и жиров, с высоким содержанием фосфора, аминокислот и витаминов группы В, протеина (по сравнению с мясом говядины, свинины и бройлеров) [1,6,7,10].

Индейка занимает особое место среди мясных видов сельскохозяйственной птицы. Индейка – одна из самых крупных сельскохозяйственных птиц. По своим биологическим и хозяйственным признакам

это один из наиболее перспективных видов мясной птицы. Промышленное выращивание индейки является высокоэффективным и быстро окупаемым направлением в отрасли птицеводства.

Средняя ежедневная прибавка в весе у индейки составляет около 90 грамм, у индюка – 145 грамм. Средний вес взрослого индюка составляет от 9 до 18 кг, тогда как масса индейки обычно составляет от 7 до 9 кг. Коэффициент между живым и убойным весом индейки составляет 81%, у бройлеров эти показатели равны 72%, у крупного рогатого скота – 60%. Индейка превосходит птиц других видов по живой массе, выходу съедобных частей тушек (свыше 70 %) и массе мышечной ткани (более 60 %). Реализация индюшиного мяса предоставляет для производителя уникальные возможности, поскольку его можно реализовать в виде тушки, в разделанном виде (ножки, филе, грудинка), в виде уже готовой продукции (копчености, колбасы, ветчина, сосиски и т.д.), в виде консервов, включая детское питание, а также в виде полуфабрикатов (бургеры, стейки, шницели, котлеты). По сравнению с выращиванием бройлеров производство мяса индейки требует меньших энергетических затрат и относительно низкой производственной стоимости за 1 кг мяса. В сравнении с мясом бройлеров, свинины и говядиной мясо индейки выигрывает по содержанию протеина, а также обладает высокими вкусовыми и питательными качествами при низком уровне содержания холестерина и жиров. Продукты из мяса индейки имеют высокую пищевую ценность, характеризующую способность обеспечивать потребности организма не только в белках, липидах, но и в

минеральных веществах, витаминах. Возможность глубокой переработки мяса увеличивает прибыльность продукта. К примеру, если выход грудинки у бройлера превышает 20%, то показатели индюшиной грудинки превышают 28%. Большим преимуществом по сравнению с другой птицей индейка обладает высокой устойчивостью к заболеваниям, что гарантирует менее обременительное и более доступное ветеринарное обслуживание [5,6,7,10].

В соответствии с программой «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2010-2012 и на период до 2018-2020 годов» намечено довести уровень производства индюшатины до 567 тыс. тонн, что на душу населения должно составить около 4 кг, то есть практически достигнуть уровня современного средневропейского потребления индюшатины.

Целью работы является изучение современного состояния производства и составление прогноза объемов производства мяса индейки на ближайшие годы.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются предприятия по производству и переработке мяса индейки. Инструментарно-методический аппарат исследования определяется совокупностью использованных методов общенаучных и экономических исследований. В процессе обработки исходной информации и других привлеченных аналитических материалов применялись анализ и синтез, логический, корреляционный и статистический анализ.

Результаты и их обсуждение

Российский рынок мясной продукции обладает высокой емкостью и характеризуется стабильным спросом. Но по мере насыщения рынка наиболее потребляемыми в нашей стране видами мяса (курица, свинина, говядина), строительство крупных индейководческих предприятий вызывает все больший интерес у потенциальных инвесторов. Конкуренция на рынке мяса индейки пока невысока. Однако количество заявленных инвестиционных проектов в отрасли индейководства позволяет говорить, что в долгосрочной перспективе российский рынок мяса ожидает достаточно серьезная межотраслевая конкуренция. Основная причина привлекательности индейководства – высокий уровень рентабельности производства и более низкая себестоимость по сравнению с другими видами животноводства. Например, срок откорма свиней в среднем составляет 170 дней, КРС – 540 дней, а индеек – всего 120 дней. При этом затраты на корма намного ниже, а выход мяса выше [2, 3, 4,11].

По сравнению с мясом бройлеров, свиной и говяжьей мясом индейки выигрывает по содержанию протеина, а также обладает высокими питательными качествами при низком уровне содер-

жания жиров. Мясо индейки является источником белков с хорошим балансом аминокислот, благодаря чему оно хорошо переваривается и усваивается. Мясо индейки – деликатесный продукт с низким содержанием холестерина, пользующийся спросом у населения и рекомендованный для детского питания, так как является низкоаллергенным продуктом. В 100 г этого мяса содержится много белка (22,98 г) и мало жира (8,12 г).

Отечественная индейководческая отрасль продолжает стремительно развиваться. Стремительный рост производства индюшатины и удорожание говядины обеспечили увеличение спроса на мясо индейки. Если мясо кур в 2017 году подорожало в среднем на 15 процентов, то цена на индейку практически не изменилась. На сегодня она составляет в среднем 240 рублей за килограмм тушки.

По мнению многих экспертов, для российского потребителя мясо этой птицы не является традиционным. Но его потребление тем не менее растет. Если десять лет назад на одного человека в год приходилось всего 200 грамм мяса индейки, а общий объем производства составлял не более 28 тысяч тонн в год, то сегодня на душу приходится уже полтора килограмма в год. Анализ оптовых цен показывает, что уже при входе на рынок существует значительный «ценовой бонус» у индейки относительно свинины и мяса бройлера: покупатели выбирают его далеко не по причине низкой цены, а из-за потребительских свойств, таких как диетические качества, функциональность в приготовлении и отсутствие этнических и конфессиональных запретов на этот вид мяса.

Перспективы развития этого производства есть, если сравнивать с другими странами. Например, в Америке потребление индейки на одного человека в год составляет около 9 кг, в Англии – 7 кг, в европейских странах – до 5 кг. Уровень потребления мяса индейки в России на фоне других рынков пока достаточно низкий, его доля в общем объеме продаж всех видов мяса в стране занимает только 6% рынка. Но эта доля постоянно растет. Эксперты говорят, что потребление этого вида мяса для граждан нашей страны непривычно. Однако за десять лет производство значительно выросло, и теперь потребление индейки с 200 г на человека достигает 1,5 кг в год. Потребители воспринимают мясо индейки как более здоровую и полезную альтернативу другим видам мяса, процесс выращивания индейки длительнее, чем курицы (105–140 дней против 38 дней), но рентабельность производства индейки выше [7,11].

Изменилась и структура потребления мяса в России в % от общего числа употребленного мяса (Рис. 1). Мясо птицы в общей структуре потребления в 2017 году занимало 44,8 %.

Индейка в супермаркетах занимает до 25% полки мяса птицы. При этом 54% ассортимента составляет упакованная брендируемая продукция, 28% – неупакованная продукция для розницы, 16%

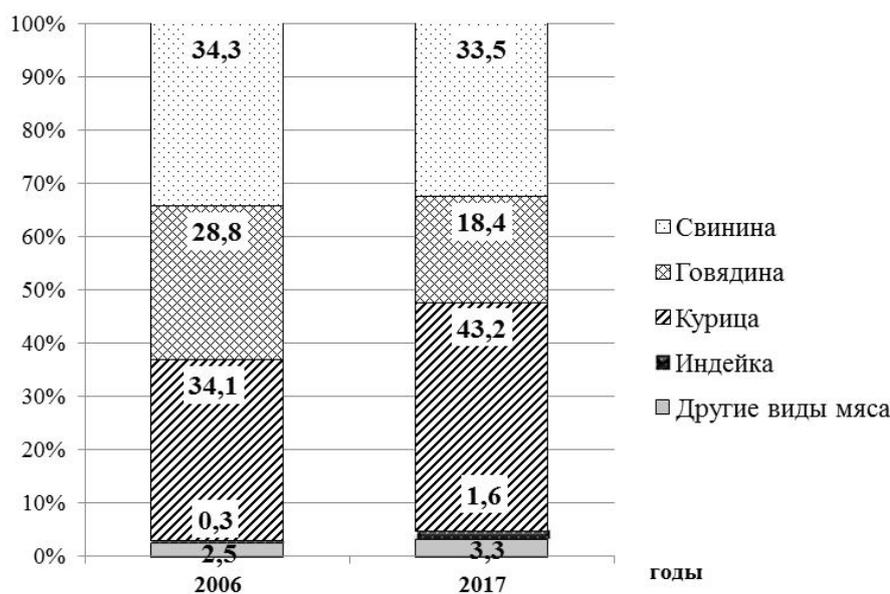


Рис. 1. Структура потребления мяса в России в % от общего числа употребленного мяса

– продукция для промышленной переработки и 2% – готовая термически обработанная продукция.

В 2016 году российский рынок индейки продемонстрировал резкий рост с 149870 до 227200 тонн. Рост рынка индейки в относительном выражении составил 47%. На российском рынке индейки в 2010-2016 годах наблюдается устойчивая динамика сокращения доли импортной продукции: в 2010 году доля импорта составляла 32,5%, в 2016 – лишь 1,8%. С первого января 2016 года был запрещен ввоз из Турции в Россию мяса птицы, а также индейки. По итогам 2016 года импортная индейка поставлялась только из стран Латинской Америки: Бразилии и Чили [7].

Производство мяса индейки в сельхозпредприятиях в 2017 году, по данным Росптицесоюза, имело незначительный прирост – менее 3 % и составило 276,3 тыс. т в живом весе. Причина низких показателей – временная остановка деятельности одного из крупнейших производителей индейки – «Евродона» (Ростовская область) в первой половине 2017 года вследствие возникновения гриппа птиц, падеж поголовья бройлера на нескольких предприятиях в Московской области, Татарстане, Чечне, Краснодарском крае и других регионах из-за птичьего гриппа, а также финансовые проблемы «Башкирского птицеводческого комплекса имени Гафури» («БПК»).

На первом месте – «Пензамолинвест» (входит в «Дамате»), за год компания нарастила объемы до 80,9 тыс. т (табл. 1). По оценке отраслевого союза, на нового лидера пришлось 29% всего объема промышленного выпуска индейки в прошлом году. Группа «Евродон», которая останавливала производство в первой половине года из-за гриппа птиц, находится на втором месте с объемом производства 61 тыс. т. А вот на третье место в 2017 г. вышла

компания ООО «Тамбовская индейка» с объемом производства 38,3 тыс. тонн. Проект реализовала Группа «Черкизово» совместно и испанской компанией Grupo Fuertes.

В течение ближайших двух лет ГК «Дамате» планирует увеличить объем производства до 155 тыс. тонн в год. «Дамате» в ближайшее время завершит проект расширения действующих мощностей по производству индейки до 110 тыс. т, предусматривающий строительство убойного завода мощностью 3 тыс. голов в час, 116 птичников подращивания и откорма, а также увеличение мощности действующего инкубатория до 19,1 млн яиц в год. Кроме того, выросла мощность хранения элеватора до 75 тыс. т, а комбикормового завода – до 45 т/час. По завершении реализации этого проекта планируется приступить к следующему этапу расширения до 155 тыс. т. В течение двух лет будут построены дополнительные площадки подращивания и откорма, установлены и дооснащены линии на заводе по переработке и убою, увеличена мощность элеватора и комбикормового завода». Стоимость проекта – 15,5 млрд руб.

В планах «Евродона» на 2018 год – увеличение объемов производства до 150 тыс. тонн мяса индейки в живом весе. А после модернизации своего третьего мясоперерабатывающего завода холдинг рассчитывает вырасти до 270 тыс. тонн.

В 2017 году ООО «Тамбовская индейка» добавила еще 50 тысяч тонн, а при необходимости может увеличить мощности в два раза – до 100 тысяч тонн в год. Сейчас на фермах ООО «Тамбовская индейка» содержится более одного миллиона голов птицы, в производственный комплекс полного цикла входит инкубатор на 5,6 млн яиц годовой закладки, четыре площадки доращивания, девять площадок откорма, комбикормовый завод мощностью 180

Таблица 1 – Производители мяса индейки в России в 2017 году*

Производитель	Бренд	Объем производства (Живая масса, тыс. тонн)	%
ООО «Пензамолинвест»	Индилайт	80,9	29
ООО Евродон, Ростов	Индолина	61,2	22
ООО «Тамбовская индейка»	Пава-Пава	38,3	14
ООО «Краснобор», Тула	Краснобор	30,4	11
ООО «ПФ «Морозовская», Омская обл.	Инди	8	3
ООО «Башкирский птицеводческий комплекс имени Мажита Гафури»	Индюшкин	8	3
ООО «Агро-Плюс», Ставропольский край	Агро-Плюс	7,8	3
ЗАО ПТФ «Задонская», Липецкая обл.	Винитуки	5	2
ООО «Абсолют Агро», Ставропольский край, Тюменская обл.		5	2
ООО «ПФ «Егорьевская птицефабрика», Московская обл.	Индис	4,4	2
ООО «УК «Регионинвест», Белгородская обл.		4,2	1
ООО «Агрофирма «Залесный», Республика Татарстан		3,1	1
Другие производители		19,8	7
Всего:		276,3	100

* по данным AgrifoodStrategies

тыс. тонн в год, элеватор мощностью 90 тыс. тонн, а также цех переработки и очистные сооружения. «Пава-Пава» – бренд, специально созданный для продвижения на рынок продукции предприятия ООО «Тамбовская индейка» – совместного проекта Группы «Черкизово» и Grupo Fuertes – одного из флагманов агроиндустрии Испании. Уже сейчас у предприятия отличные производственные показатели: сохранность стада превышает плановую, а по темпам прироста веса российская индейка опережает испанскую на 5%. Планируется увеличить производительность комплекса ООО «Тамбовская индейка» за счет строительства трех площадок мощностью 20 тыс. т в Липецкой области.

По прогнозам BusinesStat, в 2018-2022 г.г. выпуск мяса индейки в России будет расти на 11,6-18,1% в год. В 2022 г он достигнет 471,4 тыс. т в убойном весе, что превысит значение 2017 г в 2 раза. Рынок будет расти как за счет наращивания производства на действующих предприятиях, так и за счет появления новых игроков. Количество заявленных инвестиционных проектов в отрасли индейководства позволяет говорить, что в перспективе российский рынок ожидает серьезная внутриотраслевая конкуренция. В связи с этим производители заинтересованы в развитии экспорта, который в 2018-2022 гг будет ежегодно расти, причем темпы прироста показателя будут колебаться от 98,5% в 2019 г до 53,5% в 2022 г. В 2022 г экспортные поставки составят 45,0 тыс. т готовой продукции, что превысит показатель 2017 г в 16,4 раза. По прогнозу президента консалтинговой компании Agrifood Strategies Альберта Давлеева, в 2018 году объем выпуска мяса индейки вырастет до 320 тыс. тонн, а к 2025 году превысит 500 тыс. тонн в убойном весе.

В настоящее время сформировался определен-

ный круг потребителей, которые рассматривают индейку как полезный продукт на каждый день и готовы за нее платить. В основном покупают индейку жители крупных городов, индейка конкурирует с одной стороны с бройлером, с другой – со свининой. Спрос на оба продукта стабилен. Россияне предпочитают покупать мясо цыплят, потому что сегодняшний день это самое привычное и дешевое мясо. Потребление индейки будет увеличиваться вместе с ростом доходов населения и по мере культивации в обществе здорового образа жизни. Потребительский спрос, связанный с низкой покупательской способностью россиян, близок к насыщению. В таких условиях продукт конкурирует уже не фактом своего присутствия на полке, а вкусовыми и другими качественными показателями». Поэтому производителям необходимо пересматривать рецептуру и ассортимент продукции.

Поголовье индейки с каждым годом увеличивается, и соответственно растут объемы производства индюшиного мяса.

Промышленное производство индейки в России активно развивается с начала двухтысячных годов. Однако наиболее заметный рост произошел в 2007 году. С этого момента выпуск отечественной индейки начал расти значительными темпами год от года. Это привело к тому, что в 2012 – 2014 годах объем внутреннего рынка мяса индейки в России составил уже примерно 100 – 105 тыс. тонн. То есть, всего за несколько лет произошло более чем трёхкратное увеличение производства индейки. Параллельно с ростом производства расширяется и ассортимент продукции из индейки. В супермаркетах эта диетическая птица часто занимает уже целую полку или отдел.

Объемы произведенного мяса индейки в РФ в

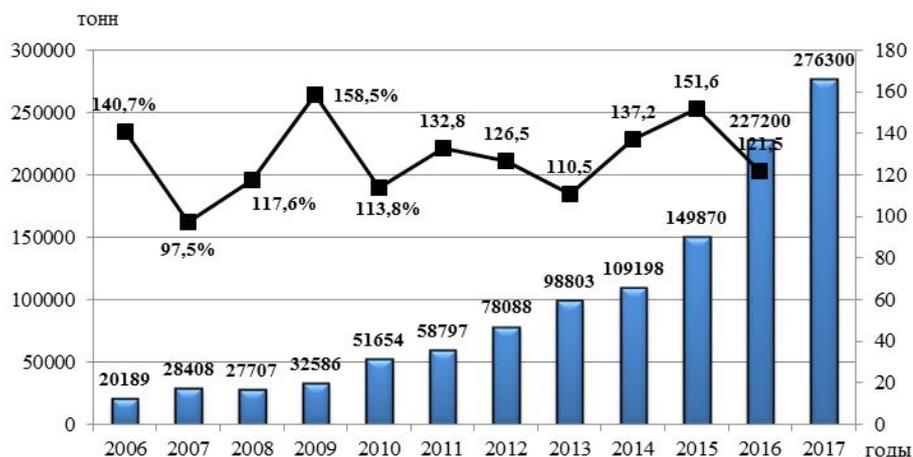


Рис. 2. Производство мяса индейки в России, т

период с 2006 по 2017 гг. значительно увеличились с 20,2 до 276,3 тыс. тонн. (Рис. 2).

С 2012 по 2017 г. производство мяса индейки (в убойном весе) на птицеводческих предприятиях России выросло в 3,5 раза – с 78,1 тыс. до 276,3 тыс. т.

За десять лет – с 2006 по 2017 годы – среднегодовой прирост объемов производства составил 25%. Это рекордный показатель в истории российского животноводства и один из самых высоких в мире. По оценкам AGRIFOOD Strategies, сделанным на основе наблюдения тенденций в современной мясоперерабатывающей отрасли России, можно ожидать, что в течение ближайших пяти лет более 70% от «потерянного» объема КРС может быть восполнено за счет индейки.

В последующие годы выпуск мяса индейки в России будет расти на 14,7-29,3% в год. В 2021 г. по прогнозам аналитиков он достигнет 529 тыс. т в убойном весе, что превысит значение 2017 г. на 191,4%. Таких результатов нельзя добиться без ввода в действие современных высокотехнологичных комплексов.

В силу хороших перспектив развития рынка промышленное производство мяса индейки имеет более высокие возможности и короткие сроки возврата инвестиций по сравнению с производством говядины и свинины. Для строительства крупных комплексов по производству индейки необходимы крупные капиталовложения, привлечение инвестиций. Чтобы средства быстро окупились, при размещении индейководческих предприятий следует учитывать ряд критериев:

- наличие спроса на индейководческую продукцию;
- обеспеченность трудовыми и кормовыми ресурсами;
- географическое расположение объекта.

Основными преимуществами комплексов является использование лучших мировых достижений, кластерный подход к организации производства, технологии замкнутого цикла, что позволяет

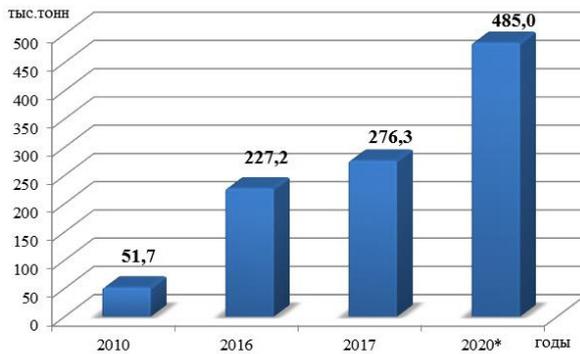
поэтапно наращивать мощности и развивать проекты не только «вширь», но и «вглубь», решая, в том числе, такие стратегически важные для отрасли вопросы, как создание селекционно-генетических центров, повышение наукоемкости отрасли. Например, компанией ООО «Евродон» создана первая в стране кафедра по обучению специалистов в индейководстве.

Рынок будет расти как за счет наращивания производства на действующих предприятиях, так и за счет появления новых игроков. Количество заявленных инвестиционных проектов в отрасли индейководства позволяет говорить, что в перспективе российский рынок ожидает серьезная внутриотраслевая конкуренция. В связи с этим прогноз производства мяса индейки в России выглядит следующим образом (Рис.3).

Количество заявленных инвестиционных проектов в отрасли индейководства позволяет говорить, что в перспективе российский рынок ожидает серьезная межотраслевая конкуренция, поэтому производители заинтересованы в развитии экспорта. Поэтому производители заинтересованы в развитии экспорта, который в 2018-2022 гг. будет ежегодно расти, причем темпы прироста показателя будут колебаться от 98,5% в 2019 г до 53,5% в 2022 г. В 2022 г экспортные поставки составят 45,0 тыс. т готовой продукции, что превысит показатель 2017 г. в 16,4 раза.

В среднесрочной перспективе на рынке индейки в России ожидается замедление динамики, основная причина – высокие темпы роста в прошлые годы. Крупнейшие производители стремятся увеличить экспортные поставки, перспективными рынками сбыта являются ОАЭ, Турция, страны Азии и Юго-Восточной Азии.

Российский рынок индейки имеет реальные возможности для ускоренного импортозамещения на отечественном рынке мяса в целом, создания экспортного потенциала отрасли, решения задач здорового питания населения, обеспечения высокой рентабельности бизнеса, успешного возврата ин-



*- прогноз

Рис. 3. Состояние и перспектива производства мяса индейки в России, тыс. тонн

вестиций, решения проблемы продовольственной безопасности [5,11]. Потенциал емкости российского рынка индейки к 2020 г. составит около 480-500 тыс. тонн. В силу хороших перспектив развития рынка промышленное производство мяса индейки имеет более высокие возможности и короткие сроки возврата инвестиций по сравнению с производством говядины и свинины. А самое главное, успех реализации проектов по увеличению производства индейки требует государственной поддержки отрасли, особенно уже действующих крупных производителей, имеющих возможность масштабировать производственные мощности.

По расчетам AgrifoodStrategies, к 2020 году 25-30% отечественного мяса индейки будет продаваться в термически обработанном виде (ветчины, варено-копченая грудка, колбасы, сосиски и т. п.), 10-15% – в виде охлажденных и замороженных полуфабрикатов, еще 10-15% – через фуд-сервис.

Уровень потребления индейки в дальнейшем также будет зависеть от состояния смежных и основных конкурирующих секторов мясного рынка. Индейка вряд ли будет конкурировать с курицей, поскольку воспринимается как высокотехнологичное и качественное сырье для мясоперерабатывающей промышленности. А вот восполнять потери в производстве говядины, которые неизбежно будут расти из-за многолетнего тренда сокращения поголовья КРС в России, вполне реально [8,9].

Импорт мяса индейки в последнее время не оказывает на российский рынок серьезного влияния. В 2016 году объем импорта мяса индейки снизился на 40,7% и составил всего 3,4 тысячи тонн. Однако, если говорить об инкубационном яйце, то Россия как и прежде значительно зависит от импортного «материала». Большую долю поставок инкубационного яйца осуществляет нидерландская компания Hendrix Genetics, которая планирует в ближайшее время построить в России комплекс по выпуску 6,5 млн. инкубационных яиц индейки

и 60-70 тыс. голов индюшат в год. После запуска площадка может обеспечить продукцией фабрику мощностью 50 тысяч тонн мяса индейки в год [11].

В 2012-2017 г. объем экспорта мяса индейки из России был незначительным по сравнению с объемами внутреннего производства, однако явно прослеживалась тенденция к росту показателя. Из-за быстрого насыщения российского рынка экспорт мяса индейки российского производства будет ежегодно расти. На Украину свою продукцию поставляет «Евродон», крупный производитель мяса индейки «Дамате» начал поставки в Сербию, Египет, ОАЭ и получил право на экспорт в ЕС. Группа «Черкизово» осваивает рынки Африки – поставки мяса птицы начались в Анголу, Египет и Танзанию. Компания «Ратимир» из Приморья может экспортировать свою продукцию в Японию. В перспективе на экспорт будет отправляться до 15% от общего объема производства.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено:

1. Индейка занимает особое место среди мясных видов сельскохозяйственной птицы. Мясо индейки относится к маложирным диетическим видам, а промышленное производство индюшатины имеет более короткие сроки возврата инвестиций по сравнению с производством говядины и свинины.

2. Отечественная индейководческая отрасль продолжает стремительно развиваться, инвестиции в производство мяса индейки привлекают крупный агробизнес. Стремительный рост производства индюшатины и удорожание говядины, обеспечили увеличение спроса на мясо индейки.

3. Тенденция увеличения поголовья индеек в России продолжает сохраняться, поголовье индеек в 2016 году по сравнению с 2006 годом увеличилось в 14,8 раза.

4. Производство мяса индейки (в убойном весе) на птицеводческих предприятиях России с 2006 по 2017 г. выросло в 3,5 раза – с 78,1 тыс. до 276,3 тыс. т. Планируется, что к 2020 году емкость российского рынка индейки составит около 480–500 тыс. тонн.

5. Из-за быстрого насыщения отечественного рынка экспорт мяса индейки российского производства в перспективе может достичь 15% от общего объема.

6. Российский рынок индейки имеет реальные возможности для ускоренного импортозамещения на отечественном рынке мяса в целом, создания экспортного потенциала отрасли, решения задач здорового питания населения, обеспечения высокой рентабельности бизнеса, успешного возврата инвестиций, решения проблемы продовольственной безопасности страны.

Список литературы

- [1] Баишева, Э.З. Перспективы производства мяса индейки / Э.З. Баишева, Р.А. Баишев // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Том II / Пензенский ГАУ. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. С. 157-159.
- [2] Ганенко, Инна. Кому нужно столько индейки / Инна Ганенко // Агроинвестор. 2014. № 6. С. 38-44.
- [3] Давлеев, А.Д. Ключевые факторы и тенденции российского рынка индейки в 2014–2020 гг. (часть 2) / А.Д. Давлеев // Птица и птицепродукты. – 2015. № 5. С. 10-14.
- [4] Загоровская, В. Дорога индейка к обеду. / В. Загоровская // Птицепром». 2016. № 2 (31) . С. 10-16.
- [5] Зимняков, В.М. Экономико - технологические аспекты производства и переработки продукции животноводства: монография / В.М. Зимняков, И.В. Гаврюшина. Пенза: РИО ПГСХА, 2016. 178 с.
- [6] Зимняков, В.М. Состояние и перспективы производства мяса индейки / В.М. Зимняков // Нива Поволжья. 2017. № 4 (45). С. 55-62.
- [7] Зимняков, В.М. Состояние и перспективы производства и переработки мяса индейки: монография / В.М. Зимняков, Пенза: РИО ПГАУ. 2017. 184 с.
- [8] Костырев, А. Индейка на добавку / А. Костырев // Газета Коммерсантъ. 2017. № 106(6100).
- [9] Скопинцева, Е. Производители ставят на индейку / Е. Скопинцева // Экономика и жизнь. 2012. № 20 (9436). С. 38-42.
- [10] Морарь, М.А. Товароведная характеристика мяса индейки / М.А. Морарь, Е.С. Вайскрובה // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Качество продукции, технологий и образования», г. Магнитогорск. 2016. С. 150-156.
- [11] Морарь, М.А. Перспектива развития производства индеек в России / М.А. Морарь, Е.С. Вайскрובה // Молодой ученый. 2016. №14. С. 368-371. – URL <https://moluch.ru/archive/118/32713/> (дата обращения: 25.02.2018).

THE TURKEY MEAT PRODUCTION ON THE INDUSTRIAL BASIS

Zimnyakov V.M., Dmitrieva S.Yu.

Based on the analysis of the research industry of Turkey-keeping presents the dynamics of livestock of Turkey in agricultural organizations in 2006-2016. Determined by the largest producers of Turkey meat in the country. The dynamics of Turkey meat production in Russia is given. It is noted that the production of Turkey meat (in slaughter weight) at poultry enterprises of Russia from 2006 to 2017 increased by 3.5 times – from 78.1 thousand to 276.3 thousand tons. It was revealed that the Russian Turkey market has real opportunities for accelerated import substitution in the domestic meat market as a whole, the creation of the export potential of the industry, solving the problems of healthy nutrition of the population, ensuring high profitability of business, successful return of investments, solving the problem of food security of the country. The forecast production volume of Turkey meat in the coming years.

Keywords: *meat, turkey, dynamics, prospects, production, consumption, volumes, export.*

References

- [1] Baisheva, E. Z. Spe, Turcia cibum productio. Eget porttitor ideas iuvenes investigadores in agro-industriae complexu Russia: collectio articulos omnes-Russian scientifica-practica colloquium iuvenes phisicis. Volume II / Penza GAU. - Penza: RIO PGAU, 2017. P. 157-159.
- [2] Ganenko, Inna. Qui necessitatibus tam Turcia, / Inna Ganenko // Agroinvestor. 2014. No. 6. P. 38-44.
- [3] Davleev, A. D. Key factores et trends in Russian venalicium de Turcia in 2014-2020 (part 2) / A. D. Davleev // Altilia et altilia products. - 2015. No. 5. P. 10-14.
- [4] Zagorovskaya, V. via Turcia pro prandium. / V. Zagorovskaya // Ptitseprom». 2016. No. 2 (31) . P. 10-16.
- [5] Zimnyakov, V. M. Oeconomica et technicae rationes productio et processui amet habitationi: monograph / V. M. Zimnyakov, I. V. Gavryushina. Penza: RIO pgskha, 2016. 178 p.
- [6] Zimnyakov, V. M. Statu et spes de Turcia cibum productio / V. M. Zimnyakov // Niva Povolzhya. 2017. No. 4 (45). P. 55-62.
- [7] Zimnyakov, V. M. Statu et spes productio et processui Turcia cibum: monograph / V. M. Zimnyakov, Penza: RIO PGAU. 2017. 184 p. 184.
- [8] Kostyriv, A. Turcia Supplementum / A. Kostyriv // Kommersant Feugiat. 2017. No. 106 (6100).

- [9] Skopintseva, E. Producers posuit in Turcia / E. Skopintseva // *Oeconomia et vita*. 2012. No. 20.(9436). P. 38-42.
- [10] Morar, M. A. tovarovednyh characteres Turcia cibum / M. A. Morari, E. S. Vystropova // *Rebus XI Internationalis scientific-practica colloquium «Qualitas products, technology, et educatio»*, Magnitogorsk. 2016. P. 150-156.
- [11] Morar, M. A. spes progressum productio Turcia in Russia / M. A. Morari, E. S. Vystropova // *Young scientist*. 2016. No. 14. P. 368-371. URL <https://moluch.ru/archive/118/32713/> (accessed: 25.02.2018).

ИНФОРМАЦИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Шабурова Г.В. Качество булочных изделий с экструдированной смесью семян льна и зерна пшеницы // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 5–9.

Фролов Д.И. Современные тенденции и перспективы использования экструдатов в функциональных пищевых продуктах // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 10–15.

Шабурова Галина Васильевна

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

Shaburova Galina Vasilevna

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

Фролов Дмитрий Иванович

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»
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

Курочкин А.А. Энергосберегающая технология переработки куриного помета в органическое удобрение // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 16–19.

Курочкин А.А., Чекайкин С.В. Влияние объемного расхода сырья на подачу вакуумного насоса модернизированного экструдера // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 20–24.

Матмуродов Ф.М. Вопросы создания трансформируемого колесного трактора // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 25–29.

Некрашевич В.Ф., Мамонов Р.А., Торженева Т.В., Воробьева И.В., Афанасьев А.М. Материальный баланс медового пчелиного сота // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 30–32.

Пчелинцева О.Н. Математическое описание метода определения граничного диаметра частицы в гидроциклоне с учетом структурно-механических свойств разделяемой суспензии // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 33–37.

Фролов Д.И. Теоретический подход к моделированию пищевой экструзии // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 38–41.

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

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

Чекайкин Сергей Васильевич

канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое управление качеством»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
E-mail: cheksv@mail.ru

Матмуродов Фарход Маткурбонович

PhD, доцент, руководитель исследовательского проекта Туринского Политехнического университета в Ташкенте
г. Ташкент, ул.Куприли 46.
Тел.: (90) 990-27-90
E-mail: matmurodovfarhod@yandex.com

Некрашевич Владимир Федорович

д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1;
Тел.: +7(4912)35-07-60
E-mail: sisim62@mail.ru

Мамонов Роман Александрович

канд. техн. наук, доцент кафедры «Технические системы в АПК»
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1;
Тел.: 8 (4912)35-37-22

Торженова Татьяна Владимировна

канд. экон. наук, доцент кафедры Маркетинга и товароведения
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1;
Тел.: 8 (4912)35-37-22
E-mail: tanyatorg@yandex.ru

Воробьева Ирина Викторовна

кандидат биологических наук, ассистент кафедры «Микробиология»
ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России,
390026 г. Рязань, ул. Высоковольная, д. 9,
Тел/факс: +79106129599
E-mail: francais64@mail.ru

Афанасьев Александр Михайлович

старший преподаватель кафедры «Технические системы в АПК»
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, д. 1;
тел.: 8 (4912)35-37-22

Пчелинцева Ольга Николаевна

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: +7 (9063) 98-90-80
E-mail: pchelincevaon@yandex.ru

Chekaykin Sergey Vasilievich

cand. technical sciences, associate professor of chair «Technical quality management»
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
E-mail: cheksv@mail.ru

Matmurotov Farkhod

PhD, associate Professor, head of the research project of the Turin Polytechnic University in Tashkent
Tashkent, St Kuprili 46.
Phone: (90) 990-27-90
E-mail: matmurodovfarhod@yandex.com

Nekrashevich Vladimir Fedorovich

doctor technical sciences, professor,
Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia;
Tel.: +7(4912)35-07-60
E-mail: sisim62@mail.ru

Mamonov Roman Aleksandrovich

cand. technical sciences, associate professor of chair «Technical systems in agriculture»
Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia;
Tel.: 8 (4912)35-37-22

Torzhenova Tatyana Vladimirovna

cand. economic sciences, associate professor of chair Marketing and merchandising
Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia;
Tel.: 8 (4912)35-37-22
E-mail: tanyatorg@yandex.ru

Vorobyova Irina Viktorovna

cand. of biological sciences, assistant of the Department «Microbiology»
Ryazan State Medical University,
390026, Ryazan, Vysokovol'naya street, 9.
Tel / Fax: +79106129599
E-mail: francais64@mail.ru

Afnas'ev Aleksandr Mikhailovich

senior lecturer of chair «Tekhnicheskie sistemy v APK»,
Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
390044, g. Ryazan', ul. Kostycheva, d. 1;
tel.: 8 (4912)35-37-22

Pchelinceva Olga Nikolaevna

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (9063) 98-90-80
E-mail: pchelincevaon@yandex.ru

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Зимняков В.М., Дмитриева С.Ю. Производство мяса индейки на промышленной основе // Инновационная техника и технология. 2018. № 3 (16). С. 42–49.

Зимняков Владимир Михайлович,

д-р экон. наук, профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»
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 «Processing agricultural products».
Penza State Agricultural University
440014, Penza, St. Botanical garden. sky 30. Tel: 8 (8412) 628151
e-mail: zimnyakov@bk.ru

Дмитриева Светлана Юрьевна

доцент кафедры «Философия, история и иностранные языки»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»,
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.
Тел/факс: (8412) 62-81-51
E-mail: swetl.dmi@yandex.ru

Dmitrieva Svetlana Yurievna

associate Professor of « Philosophy, history and foreign languages »
Penza state agrarian University
440014, Penza, St. Botanical garden. sky 30.
Tel / Fax: (8412) 62-81-51
E-mail: swetl.dmi@yandex.ru

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 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.

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 – редколлекцией в целом.

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 5–10 страниц. Текст статьи должен быть напечатан на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с одной стороны листа в одну колонку.

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 заглавии 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.

«Выводы» 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 (использовать английский алфавит) 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 греческие – 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 *.png, *.jpg или *.tiff. Подписуемая 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 и **вставлять картинкой**. 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 Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка». 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:

а) заглавие статьи; б) инициалы и фамилии авторов; в) текст аннотации; г) ключевые слова (key words); д) название учреждения (с указанием почтового адреса, тел., e-mail).

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 2007–2013. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов;

2) **приложить графики и рисунки в формате графических файлов *.png, *.jpg или *.tiff; таблицы в формате excel.**

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;

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

ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В БАЗУ ДАННЫХ AGRIS СТАТЬЯ ДОЛЖНА СОДЕРЖАТЬ СЛЕДУЮЩУЮ ИНФОРМАЦИЮ:

1. Сведения об авторах: (ФИО всех авторов на русс. и англ яз, полное название организации – место работы авторов, адрес эл. почты, должность, ученая степень).

2. Название статьи (на русском и английском языках);

3. Реферат (на русском и английском языках) 200- 250 слов;

Не следует начинать реферат с повторения названия статьи! Необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (с приведением количественных данных), четко сформулировать выводы. Не допускаются разбивка на абзацы и использование вводных слов и оборотов! Необходимо представлять сведения об объектах исследования. Следить, чтобы в тексте не было повторов и вводных оборотов типа «На основании проведенных исследований можно сказать» (вполне достаточно «установлено» или «сделан вывод»). Все числительные – цифрами.

4. Ключевые слова (на русском и английском языках);

Термины Agrovoc это ключевые слова к Вашей статье, используемые в системе цитирования Agris. Они вводятся на английском языке, и чаще всего совпадают с ключевыми словами Вашей статьи. Для проверки соответствия ключевого слова термину Agrovoc, введите его в поисковой строке сайта Agrovoc. Если термин найден, добавьте его в соответствующее поле формы отправки статьи, если же ключевое слово отсутствует среди терминов Agrovoc, то попробуйте подобрать максимально близкий по смыслу синоним. При отправке статьи используйте минимум 2 и максимум 15 терминов Agrovoc.

Сервис поиска терминов Agrovoc: <http://aims.fao.org/skosmos/agrovoc/en/search?clang=ru>

5. Список литературы должен быть представлен на русском языке и на латинице (транслитерация). В списке литературы не должно быть ссылок на одного и того же автора, минимум ссылок на правовые и нормативные документы, наличие ссылок на иностранные публикации. Не допускается машинный перевод текста на английский язык.

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Для того, чтобы попасть в зарубежные аналитические базы данных Scopus и Web of Science необходимо оформлять статьи (в том числе в электронных научных журналах) в соответствии с требованиями зарубежных баз данных.

Этапы преобразования ссылки

1) На сайте <http://www.translit.ru> (в раскрывающемся списке «варианты» выбирать вариант, например: системы Госдепартамента США - BSI). Вставляем текст ссылки на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит». Название научного журнала в транслитерированном списке литературы должно совпадать с транслитерированным названием журнала, которое зарегистрировано при его включении в международные базы данных.

2) Англоязычные версии названий многих публикаций, журналов, книг и т.д. можно найти на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru>).

3) Переводим с помощью онлайн-переводчика все описание источника (название книги, статьи и т.д., кроме авторов) на английский язык, перевод редактируем и переносим в формируемый список (за транслитерированным названием).

4) Объединяем описания в транслите и переводное, оформляя в соответствии с принятыми правилами. Нужно раскрыть место издания (например, Moscow), а также исправить обозначение страниц на английский язык (например, вместо 124 s. – 124 p., S. 12-15 – pp. 12-15) и номера («№» на «No.»). Курсивом выделяем название источника (при описании статьи) или название книги (монографии, сборника). Убираем знаки предписанной пунктуации (ГОСТ 7.1-2003) между областями описания, заменяем их на запятые, авторов (всех) ставим перед заглавием.

Порядок преобразования ссылки

Переводим ссылку в транслит и убираем знаки предписанной пунктуации (ГОСТ 7.1-2003) между областями описания (// и -), заменяем их на запятые, авторов (всех) ставим перед заглавием:

Baitin M. I., Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva, Pravo i politika, 2004, № 1, S. 19-30.

После транслитерированного заглавия статьи вставляем в квадратные скобки перевод заглавия на английский язык и выделяем название журнала (книги, монографии) курсивом:

Baitin M. I., Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva [**Sector of law and sector of legislation**], Pravo i politika, 2004, № 1, S. 19-30.

Меняем «№» на «No.» и страницы - «S.» на «pp.». Обязательно должны быть указаны первый и последний номера страниц статьи:

Baitin M. I, Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva (Sector of law and sector of legislation), Pravo i politika, 2004, No. 1, pp. 9-30.

Примеры оформления списка литературы в латинице

Описание статьи из журнала:

Osintsev A.M., Braginskii V.I., Ostroumov L.A., Gromov E.S. Ispol'zovanie metodov dinamicheskoi reologii dlya issledovaniya protsessa koagulyatsii moloka [Application of dynamic rheology in studying milk coagulation process]. Agricultural Commodities Storage and Processing, 2002, no. 9, pp. 46–49.

Описание статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of Computer- Mediated Communication, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

Описание статьи с DOI:

Korotkaya E.V., Korotkiy I.A. Effect of freezing on the biochemical and enzymatic activity of lactobacillus bulgaricus. Food and Raw Materials, 2013, vol. 1, no. 2, pp. 9-14. doi:10.12737/2046

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Eksperimental'noe issledovanie prochnosti soedinenii «stal'-kompozit» [Experimental study of the strength of joints «steel-composite»]. Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem» [Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”], 2006, no. 593, pp. 125-130.

Описание книги (монографии, сборники):

Berezov T.V., Korovin B.F. Bioorganicheskaya khimiya [Bioorganic Chemistry]. Moscow, Meditsina, 1990. 221 p.

Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR [From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Описание Интернет-ресурса:

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

Описание диссертации или автореферата диссертации:

Semenov V.I. Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p.

Описание ГОСТа:

GOST 8.586.5–2005. Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda i kolichestva zhidkosti i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroystv [State Standard 8.586.5 –2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

Описание патента:

Palkin M.V., Kulakov A.V. Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 3 (16) / 2018

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

*Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии «КОПИ-РИЗО»*

*Сдано в производство 20.11.2018. Формат 60X84/8
Бумага типогр. №1. Печать ризография. Шрифт Times New Roman.
Усл. печ. л. 6,63. Тираж 50 экз.*