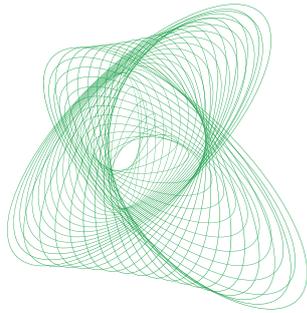
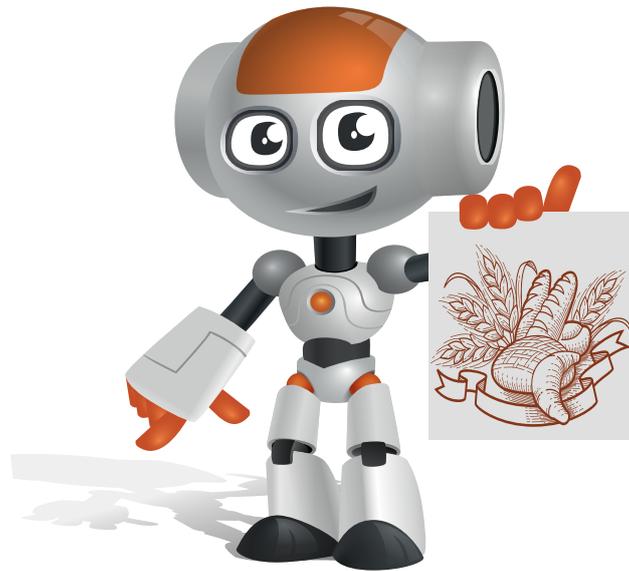


Выпуск № 1 (02)/2015



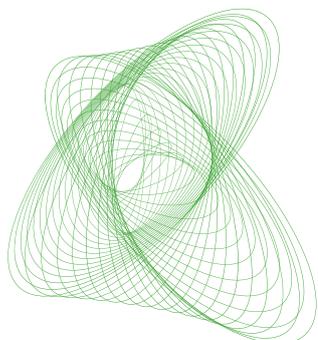
ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

ISSN: 2410-0242



Научно-теоретический и практический журнал

ISSN: 2410-0242



Инновационная техника и технология



INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Выпуск № 1 (02)/2015

Научно-теоретический и практический журнал

ПЕНЗА 2015

ISSN 2410-0242



9 7724 10 024006

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ**
№ 1 (02) / 2015

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

Д. И. Фролов, кандидат технических
наук, доцент

Зам. главного редактора

А. А. Курочкин, доктор технических
наук, профессор

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

Г. В. Шабурова, кандидат технических
наук, доцент

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

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

Журнал «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., 2015
© Эврика, 2015

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY
№ 1 (02) / 2015

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

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

Deputy-chief editor

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

Editorial board members:

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

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

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

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

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

Issued 4 times a year

The editorial office address:

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

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

Included in the international information
system for agriculture AGRIS.

© Frolov D. I., 2015
© Eureka, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

- Использование экструдированного зернового обогатителя в технологии сырцовых пряников**
Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин 7
- Влияние овсяного толокна на функционально-технологические свойства мясных рубленых полуфабрикатов**
З. А. Бочкарева 13
- Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием экструдированной гречихи**
П. К. Воронина 16

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- Математическое моделирование концентрирования фруктового сока в многокорпусной выпарной установке**
О. Н. Пчелинцева, Д. И. Фролов 20
- Моделирование процесса тепловой обработки малогабаритной электрической печи**
А. В. Коновалов, О. Е. Коновалова 26
- Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой**
Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина 29

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- Влияние приемов возделывания на качество зерна озимой пшеницы и продуктов его переработки**
В. А. Варламов 35
- Возможности совершенствования севооборотов**
Г. В. Шабурова, С. П. Ломов 41
- Применение модернизированной ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны**
Д. И. Фролов 45
- Теоретическое обоснование скорости вращения ножей режущего аппарата ботвоудаляющей машины**
Д. И. Фролов, О. Н. Пчелинцева 50

ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

- Химический состав экструдированного зерна проса**
М. О. Волошина 54
- Сравнительная характеристика современных печей для пиццы**
А. П. Смольянова, А. А. Морозова, К. А. Ситулина 57

Химический состав и технологические свойства полбяной муки <i>И. Ю. Астахов, П. П. Курочкин, Д. Д. Игнатов</i>	59
--	-----------

ИНФОРМАЦИЯ

Сведения об авторах. Требования к оформлению статей	63
--	-----------

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

- Use of extruded corn the fortifier technology raw gingerbread**
G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin 7
- Influence of oat flour on functional and technological properties of chopped meat products**
Z. A. Bochkareva 13
- Development of technology for bakery products using extruded buckwheat**
P. K. Voronina 16

TECHNOLOGY EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

- Mathematical modeling of concentrating the fruit juice by evaporation**
O. N. Pchelintseva, D. I. Frolov 20
- Simulation of heat treatment process for small-sized electric furnace**
A. V. Konovalov, O. E. Konovalova 26
- Theoretical description of the explosive evaporation water in an extruder to a vacuum chamber**
D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina 29

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

- The influence of cultivation methods on the quality of winter wheat grain and its processed products**
V. A. Varlamov 35
- The possibility of improving shift sowing crops**
G. V. Shaburova, S. P. Lomov 41
- Application modernized haulm removal machine for cutting alfalfa**
D. I. Frolov 45
- Theoretical substantiation rotation speed knivescutting unit haulm removing machines**
D. I. Frolov, O. N. Pchelintseva 50

TRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

- Chemical composition extruded millet**
M. O. Voloshina 54
- Comparative characteristics modern pizza ovens**
A. P. Smolyanova, A. A. Morozova, K. A. Situlina 57
- Chemical composition and technological properties of flour spelled**
I. Y. Astakhov, P. P. Kurochkin, D. D. Ignatov 59

INFORMATION

Information about the authors. Requirements for the articles

63

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.696

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЗЕРНОВОГО ОБОГАТИТЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ СЫРЦОВЫХ ПРЯНИКОВ

Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин

Изучен химический состав экструдированного зернового обогатителя. Исследовано влияние экструдированного зернового обогатителя на органолептические, физико-химические показатели качества и пищевую ценность мучных кондитерских изделий. Определены дозировки экструдированного зернового обогатителя при производстве пряников.

Ключевые слова: экструдат смеси проса и овса, сырцовые пряники, пищевая и энергетическая ценность.

Введение

Мучные кондитерские изделия, основой которых является использование пшеничной муки первого или высшего сорта, практически полностью лишены необходимых организму человека таких биологически активных веществ, как пищевые волокна, макро- и микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот.

Стремление определенной части населения к здоровому питанию обуславливает необходимость корректировки пищевой ценности продукта, а также придания ему функциональных свойств. Так, например, высокое содержание в зародыше зерна витаминов и белка обращает внимание на возможность их использования в качестве весьма богатого питательными веществами продукта. Зародыши злаков могут быть использованы не только для обогащения витаминами и белками хлеба в диете здоровых людей, но также могут служить чрезвычайно ценным источником дополнительных факторов питания в диете людей, страдающих от различных нарушений обмена веществ [1].

Перспективным направлением обогащения мучных изделий функциональными ингредиентами является использование продуктов переработки целого зерна.

В последние годы в технологии пищевых продуктов и напитков с целью расширения ассортимента, корректировки пищевой ценности, а также повышения производства изделий функционального назначения широко используют сырье и различные добавки с повышенными функциональными свойствами. Авторами показана эффективность использования экструдированного ячменя и гречи в пивоварении [2, 3, 4], муки экструдированного ячменя и семян тыквы в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [5, 6, 7], экструдированного проса в технологии мясных рубленых изделий [8].

Следует отметить, что белки таких культур, как

овес и просо не содержат глютен, и, следовательно, продукты с использованием муки этих культур, обладают профилактическим назначением для лиц, страдающим целиакией.

В частности, зерно овса характеризуется оптимальным соотношением белка, богатого лейцином (8,1 г/100 г белка), валином (7,8 г/100 г белка), фенилаланином (6,5 г/100 г белка), изолейцином (5,2 г/100 г белка), треонином (3,8 г/100 г белка), лизином (3,9 г/100 г белка), метионином (2,0 г/100 г белка) и триптофаном (1,7 г/100 г белка). Аминокислотный скор белка овса по лизину составляет 70%, а белка озимой пшеницы – 58% [9].

Благодаря хорошей сбалансированности аминокислот, овес имеет лучшие диетические свойства по сравнению с другими злаковыми культурами.

Овес является хорошим источником липидов, большая часть которых представлена в форме полиненасыщенных жирных кислот, в основном, олеиновой и линолевой.

В зерне овса находятся разнообразные углеводы: моносахара (пентозы, гексозы), дисахариды, крахмал, гемицеллюлозы, клетчатка и др. В крахмальном эндосперме основными сахарами являются сахароза и раффиноза.

Представителями полисахаридов являются крахмал, клетчатка, гемицеллюлозы. Как известно, клетчатка и гемицеллюлозы в организме человека участвуют в активации моторики желудка и кишечника, стимулируют выделение пищеварительных соков и т.д.

Гемицеллюлоза овса на 70–87% состоит из β-глюкана, вызывающего с недавних пор повышенный интерес в связи с уникальной способностью снижения уровня холестерина в крови.

Зерно овса богато такими витаминами, как тиамин (6–8 мкг/г), ниацин (15,6–17,2 мкг/г), рибофлавин (1,7–2,0 мкг/г), пиридоксин (0,9–3,1 мкг/г), биотин (20,0 мкг/г), пантотеновая кислота [9].

Биотин занимает ключевые позиции в обмене

Таблица 1 – Химический состав зерна проса, овса и экструдированного зернового обогатителя

Наименование компонентов	Нативное зерно		Экструдированный зерновой обогатитель
	просо	овес	
Вода, %	13,6	13,5	7,6
Белок, % СВ	13,2	15,0	14,1
Углеводы, % СВ			
всего	66,1	45,0	55,6
растворимые углеводы	3,2	2,8	11,6
крахмал	62,8	42,2	44,0
Жир, % СВ	4,5	9,0	6,8
Зола, % СВ	3,4	5,7	4,6
Пищевые волокна, % СВ	12,8	25,3	19,1
Кальций, %	0,06	0,14	0,10
Фосфор, мг %	0,37	0,43	0,40
Магний, мг %	0,15	0,17	0,16

углеводов и жиров, в частности холестерина, участвует в обмене различных аминокислот, белков.

Характерной особенностью зерна овса является повышенное содержание микро- и макроэлементов, особенно калия, магния, железа, так необходимых для больных язвенной болезнью. Большая часть минеральных веществ (61%) содержится в алейроновом слое. Витамины играют существенную роль в реакциях окисления во всех тканях человека, а также регулируют обмен белков, углеводов и жиров.

Овсяная мука содержит значительное количество слизей (пентозанов), необходимых для улучшения пищеварения.

Значительным набором полезных свойств, с точки зрения обогащения хлебобулочных изделий, обладает и другая культура – просо, являющаяся ценной крупяной злаковой культурой. Просо богато витамином А, в нем содержится значительное количество витаминов РР и группы В. Много в нем микроэлементов (калий, фосфор, магний).

Зерно проса характеризуется как хороший источник белка, повышенного в сравнении с пшеничной мукой содержания незаменимых аминокислот (изолейцин, лейцин, треонин, триптофан, фенилаланин), витаминов группы В, минеральных веществ (кальций, магний, цинк, медь, железо), пищевых волокон, полифенолов, обладающих антиоксидантной активностью [9].

Целью работы является корректировка пищевой ценности сырцовых пряников, придание им функционального направления путем использования экструдированного зернового обогатителя.

Объекты и методы исследований

Мука из смеси экструдированного овса и проса в соотношении 1:1, полученная по специальной

технологии с использованием термовакуумного эффекта.

При исследовании использованы стандартные методы исследований.

Результаты и их обсуждение

Для определения объективных критериев технологической ценности экструдированного зернового обогатителя как сырья в производстве мучных кондитерских изделий проанализированы образцы нативного зерна проса и овса, и полученной экструдированной зерновой смеси из проса и овса.

В табл. 1 приведены сравнительные результаты исследования химического состава зерна проса, овса и экструдированного зернового обогатителя.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание влаги в зерновом обогатителе заметно ниже, чем в нативном зерне проса и овса. Содержание белка в экструдированной смеси находится практически на уровне нативного зерна. Содержание крахмала в экструдированной зерновой смеси ниже нативного проса и овса в 1,7 и 1,14 раза, соответственно. Это обстоятельство связано, очевидно с деструкцией крахмала в процессе экструзии и образованием большого количества растворимых углеводов. Действительно, содержание водорастворимых углеводов значительно увеличилось в сравнении с нативным зерном проса и овса – в 6,3 и в 10,9 раз, соответственно. Содержание жира изменилось не значительно. Содержание клетчатки в экструдированной зерновой смеси выше, чем в просе в 1,8 раза, но ниже, чем в овсе в 1,4 раза.

Таким образом, показатели химического состава экструдированной зерновой смеси свидетельствуют о деструкции белкового и углеводного комплекса зерновых культур в результате экструзионной обработки.

Для изучения влияния экструдированного зер-

нового обогатителя на технологические факторы пшеничной муки высшего сорта провели исследования с образцами смеси пшеничной муки высшего сорта и муки экструдированного зернового обогатителя. Доля муки экструдированного зернового обогатителя к общей массе муки составляла 10%, 15% и 20%.

Наиболее значимыми технологическими факторами в производстве мучных кондитерских изделий являются свойства пшеничной муки, влажность, рецептурные компоненты и температура теста, а также продолжительность замеса теста.

Из свойств муки наиболее важным являются количество и качество клейковины. От содержания и качества клейковины в значительной степени зависит водопоглотительная способность муки, а, следовательно, влажность теста и его структурно-механические свойства. Тесто для сырьевых пряников должно быть по структурно-механическим свойствам вязко-пластичное с пастообразной структурой. При использовании муки с сильной клейковиной наблюдается деформация изделий в процессе выпечки. Поэтому для получения рыхлого, пластично-вязкого теста необходимо использовать пшеничную муку со слабой и средней по качеству клейковиной.

Далее приведены результаты исследования образцов смеси муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и экструдированного зернового обогатителя.

В табл. 2 приведены результаты исследований технологических свойств образцов муки пшеничной и смеси муки пшеничной и муки экструдированного зернового обогатителя.

Как следует из полученных данных, содержание клейковины незначительно снижается с увеличением дозировки муки экструдированного зернового обогатителя к общей массе муки в рецептуре. В образце с внесением 10% муки экструдированного зернового обогатителя, содержание клейковины снизилось с 32,2% в контрольном варианте до 31,8% в опытном.

В образце с внесением 15% муки экструдированного зернового обогатителя содержание клейко-

вины снизилось с 32,2% в контрольном варианте до 31,6%.

В образце с внесением 20% муки экструдированного зернового обогатителя содержание клейковины снизилось с 32,2% в контрольном варианте до 31,4%.

Как показали результаты, с увеличением дозировки муки экструдированного зернового обогатителя укрепляется клейковина смеси муки.

Многие кондитерские изделия, в том числе и мучные кондитерские изделия, являются пищевыми продуктами, отличающимися высокой калорийностью. Внедрение нетрадиционного для производства новых видов мучных кондитерских изделий массового производства, обогащенных белковыми веществами, микроэлементами, пищевыми волокнами, позволяет не только повысить пищевую ценность готовых изделий, но и экономить расход сахара и жира.

Экструдированный зерновой обогатитель применяли в измельченном виде в смеси с мукой пшеничной высшего сорта.

Для проведения экспериментальных выпечек пряников была выбрана технология приготовления сырьевых пряников. Экструдированный зерновой обогатитель смешивали с пшеничной мукой и вносили непосредственно при замесе теста в количестве 10%, 15% и 20% путём замены соответствующего количества муки пшеничной высшего сорта.

Все сырье без смеси муки пшеничной, экструдированной и разрыхлителя (натрия двууглекисло) перемешивают в течение 8–10 минут, затем вносят разрыхлитель и смесь муки. Вымешивают тесто в течение 10–12 минут. После получения однородной массы с равномерным распределением всего сырья, измеряют температуру готового теста. Она должна составлять 22,0 °С. Результаты определения влажности теста приведены в таблице 2.

Замешенное тесто раскатывают на разделочном столе в виде пласта толщиной 8–11 мм и отштамповывают заготовки округлой выемкой. Сформованные заготовки укладывают на противень и выпекают в течение 7–12 мин при $t=190-210$ °С. Готовые пряники охлаждают.

Таблица 2 – Технологические свойства образцов смесей пшеничной муки высшего сорта и экструдированного зернового обогатителя

Номер образца	Соотношение муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта и экструдированного зернового обогатителя в образце, %	Массовая доля сырой клейковины, %	Растяжимость клейковины, см	Влажность теста, %
1	Контроль	32,2	18,0	25,2
2	90:10	31,8	16,0	24,8
3	85:15	31,6	16,0	24,5
4	80:20	31,4	15,0	24,5

Таблица 3 – Качество готовых изделий при внесении экструдированного зернового обогатителя

Показатели качества	Массовая доля экструдированного зернового обогатителя, %			
	0 (контроль)	10	15	20
Форма	Правильная	Правильная	Правильная	Правильная
Поверхность	Гладкая, без дефектов	Гладкая, без дефектов	Гладкая, без дефектов	Гладкая, без дефектов
Вид в изломе	Пропеченная мелкопористая структура	Пропеченная мелкопористая структура	Пропеченная мелкопористая структура	Пропеченная мелкопористая структура
Цвет	Белый с желтым оттенком	Сероватый с желтым оттенком	Сероватый с желтым оттенком	Серый
Запах	Свойственный данному типу изделий	Свойственный данному типу изделий	Свойственный данному типу изделий	Свойственный данному типу изделий
Вкус	Свойственный данному типу изделий	Легкий вкус овсяной муки	Усиленный вкус овсяной муки	Более усиленный вкус овсяной муки, подчеркнутый корицей

Таблица 4 – Оценка качества пряников «Лимонные» по органолептическим показателям (в баллах)

Показатели качества	Максимальный балл	Массовая доля экструдированного зернового обогатителя, %			
		0 (контроль)	10	15	20
Форма	5,0	4,8	4,84	4,9	4,9
Поверхность	5,0	4,5	4,60	4,7	4,7
Вид в изломе	5,0	4,8	4,9	5,0	4,9
Цвет	5,0	4,5	4,7	4,8	4,7
Вкус	5,0	4,8	4,85	4,9	4,8
Запах	5,0	4,5	4,55	4,6	4,6
Сумма баллов		27,9	28,44	28,9	28,6

Таблица 5 – Рецепт пряников «Лимонные» с заменой муки пшеничной высшего сорта на 15,0 % экструдированного зернового обогатителя

Наименование сырья	Расход сырья на 1 т готовой продукции, кг	
	Традиционная рецептура пряников «Лимонные»	Предлагаемая рецептура пряников «Успех»
Мука пшеничная высшего сорта	564,66	480,0
Мука пшеничная высшего сорта на подпыл	44,04	44,04
Экструдированный зерновой обогатитель	–	84,66
Сахар-песок	350,09	350,09
Растительное масло	14,12	14,12
Меланж	10,73	10,73
Эссенция	3,39	3,39
Натрий двууглекислый	0,34	0,34
Углеаммонийная соль	5,88	5,88
Итого:	993,25	993,25
Выход:	1000,00	1000,00

Оценку качества пряников с использованием экструдата зерновой смеси производили методом балльной оценки по органолептическим показателям (форма, поверхность, цвет, вкус и запах, вид в изломе).

Результаты приведены в табл. 3 и 4.

Анализ потребительских свойств изделий позволил отметить оригинальный вкус и запах пряников с использованием экструдата зерновой смеси из проса и овса.

В результате полученных органолептических показателей готового изделия, для дальнейшего сравнения с контрольным образцом выделен образец с заменой муки пшеничной высшего сорта на экструдированный зерновой обогатитель в количестве 15%.

Рецептура пряники «Лимонные» из смеси пшеничной муки высшего сорта и экструдированного зернового обогатителя приведена в табл. 5.

Выводы

На основании проведенных исследований обоснована возможность и целесообразность применения экструдированного зернового обогатителя в технологии производства мучных кондитерских изделий. Высокое содержание пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов, повышенное содержание моносахаридов, полиненасыщенных жирных кислот обуславливает возможность использования экструдированного зернового обогатителя для разработки продуктов с новыми органолептическими свойствами.

Введение экструдированного зернового обогатителя в пряничное тесто уменьшает выход сырой клейковины, оказывает на нее укрепляющее действие.

Разработана рецептура пряников с использованием экструдированного зернового обогатителя.

Список литературы

1. Ильина, О. А. Пищевые волокна – важнейший компонент хлебобулочных и кондитерских изделий/ О. А. Ильина // Хлебопродукты.– 2002.– № 9.– С. 34–36.
2. Шабурова Г. В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов/Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина//Техника и технология пищевых производств.– 2014.– № 1 (32) .– С. 90–96.
3. 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.
4. Воронина П. К. Разработка технологии и товароведная характеристика пива с экструдатом ячменя/П.К. Воронина//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2013.– № 4.– С. 108–113.
5. Шабурова Г. В. Экструдированный ячмень как компонент функциональных пищевых продуктов/Г.В. Шабурова, Е. В. Петросова, Т. В. Шленская, А. А. Курочкин//Пищевая промышленность.– 2012.– № 10.– С. 44–45.
6. Жирнокислотный состав масла семян тыквы/И.Н. Шешницан, Г. В. Шабурова//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2012.– № 4.– С. 103–106.
7. Разработка рецептуры хлеба из смеси пшеничной муки и экструдата ячменя/Е.В. Петросова, Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин //Естественные и технические науки.– 2013.– № 1 (63) .– С. 359–360.
8. Экструдат проса в технологии мясных рубленых изделий/З.А. Бочкарева, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2013.– № 4.– С. 103–108.
9. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2.: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. проф. д-ра техн. наук И. М. Скурихина и проф., д-ра мед. наук М. Н. Волгарева.– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Агропромиздат, 1987.– 360 с.

USE OF EXTRUDED CORN THE FORTIFIER TECHNOLOGY RAW GINGERBREAD

G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin

The chemical composition of extruded grain fortifier. The influence of extruded grain fortifier on the organoleptic, physico-chemical quality and nutritive value of flour confectionery products. Determined dosage extruded fortifier of grain in the production of gingerbread.

Keywords: the extrudate mixture of millet and oats, raw carrots, food and energy value.

References

1. Ilina, O.A. Dietary fiber is a critical component of bakery and confectionery products/O.A. Ilyin // Bread products.– 2002.– No. 9.– P.34–36.
2. G. V. Shaburova Increasing technological capabilities of unmalted grain products/ G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina//Technique and technology of food production.– 2014.– № 1 (32) .– P. 90–96.
3. Voronin P.K. formation of the quality of beer in the process of fermentation of wort with the use of the extrudate barley/ P.K. Voronin, A.A. Kurochkin//proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2012.– No. 4.– P. 100–103.
4. Voronina P.K. Development of technology and commodity description beer with the extrudate barley/P. K. Voronina//proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2013.– No. 4.– P. 108–113.
5. G. V. Shaburova Extruded barley as a component of functional foods/G. V. Shaburova, O. V. Petrosova, T. V. Shlensky, A.A. Kurochkin//Food industry.– 2012.– No. 10.– P. 44–45.
6. Fatty acid composition of oil of pumpkin seeds/I. N. Sexycan, G. V. Shaburov//proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2012.– No. 4.– P. 103–106.
7. The recipes for bread from a mixture of wheat flour and extrudate barley/E. V. Petrosova, G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin //Natural and technical Sciences.– 2013.– № 1 (63) .– P. 359–360.
8. The extrudate of millet in the technology of meat minced products/Z. A. Bochkarev, A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova//proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2013.– No. 4.– P. 103–108.
9. The chemical composition of food products. Book 2.: Reference tables of contents of amino acids, fatty acids, vitamins, macro – and microelements, organic acids and carbohydrates / edited by Professor Dr. tech. Sciences I.M. skurikhina and Professor, Dr. med. Sciences M.N. Folgaria.– 2-e Izd., revised and enlarged extra – M.: Agropromizdat, 1987.– 360 p.

ВЛИЯНИЕ ОВСЯНОГО ТОЛОКНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

З. А. Бочкарева

Работа посвящена вопросам влияния растительного наполнителя – овсяного толокна на водо- и жирудерживающие показатели и на потери массы при тепловой обработке мясных рубленых полуфабрикатов.

Ключевые слова: мясные рубленые полуфабрикаты, овсяное толокно, функционально-технологические свойства.

Введение

Самый простой и эффективный путь достижения расширения ассортимента – использование различных добавок, позволяющих без особых затрат расширить и обновить выпускаемый ассортимент продукции. Замена одного продукта на другой в рецептуре изделия позволяет быстрее отреагировать на требования потребителя и предложить новую линейку продукта [1].

В современной индустрии питания находят широкое применение различные способы улучшения качества пищевых продуктов, расширения ассортимента, в том числе и на основе сочетания сырья животного и растительного происхождения.

В составе традиционных мясных продуктов отсутствуют необходимые питательные вещества, удовлетворяющие потребности человеческого организма, такие как пищевые волокна, легкоусвояемые углеводы, органические кислоты, некоторые витамины, микроэлементы, которые в большей степени содержатся в продуктах переработки зерна [2].

Целью работы являлось исследование функционально-технологических показателей мясных рубленых полуфабрикатов, обогащенных продуктом переработки овса.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований выбраны мясные рубленые полуфабрикаты с обогащающей растительной добавкой – овсяным толокном.

При изготовлении полуфабрикатов в качестве мясного сырья использовалось котлетное мясо говядины с рН в интервале 5,4–5,9 измельченное на мясорубке с диаметром отверстий 3–4 мм. В качестве растительного компонента овсяное толокно «Ваше здоровье», выработанное по ГОСТ 2929–75.

Использовали прочее сырьё – лук репчатый свежий, жир животный топленый, сухари панировочные, соль поваренную пищевую первого сорта, перец черный молотый.

Исследования по теме работы проводились в лаборатории кафедры пищевых производств Пензенского государственного технологического университета; аккредитованной лаборатории пищевых продуктов центра гигиены и эпидемиологии Пензенской области.

Для определения физико-химических, микробиологических и органолептических показателей исследуемых объектов применялись общепринятые методики, лабораторное оборудование и измерительные приборы: органолептическую оценку проводили по ГОСТ 53104–08, массовые доли влаги, белка, жира, золы, величину рН – общепринятыми методами; массовые доли углеводов, потери массы при термообработке – расчетным путем; влагоудерживающую и жирудерживающую способность по методу Р. Салаватулиной.

В качестве контрольного образца использовали котлетную массу по стандартной рецептуре «Сборника технологических нормативов для предприятий общественного питания».

Результаты и их обсуждение

Для исследований использовалось овсяное толокно, приготовленное из крупяного и предварительно очищенного овса, подвергнутого термической и ферментативной обработке, подсушиванию и тонкому измельчению. В результате такой обработки часть крахмала под влиянием ферментов переводится в декстрин и мальтозу, часть белков переходит в растворимое состояние, клетчатка и гемицеллюлоза становятся более рыхлыми.

По органолептическим показателям толокно соответствовало требованиям ГОСТ 2929–75 «Толокно овсяное. Технические условия», указанным в таблице 1.

По химическому составу овсяное толокно относится к крахмалистым продуктам. Толокно содержит 12–20% легкоусвояемого белка, около 5–7% жиров и 55–65% углеводов. Химический состав используемого овсяного толокна представлен в таблице 2.

Таблица 1 – Органолептические показатели овсяного толокна

Наименование показателя	Норма
Внешний вид	Однородная мелкоразмолотая крупа
Цвет	Светло-кремовый, однотонный
Вкус	Свойственный толокну, без горького, кислого и других посторонних привкусов
Запах	Свойственный толокну без плесневого, затхлого и других посторонних запахов

Таблица 2 – Общий химический состав овсяного толокна

Исследуемый объект	Показатели, %					
	Влага	Пищевые волокна	Белок	Жир	Зола	Углеводы
Овсяное толокно	10	4,8	12,3	6,1	1,29	59,5

Было принято решение вносить толокно в мясную рубленую массу в гидратированном виде, замещающая часть мясного сырья, предусмотренного по традиционной рецептуре. Гидратация овсяного толокна заключалась в замачивании холодной водой в соотношении 1:4 с последующим набуханием в течение 5 мин. Продолжительность набухания выбрана на основании исследований, свидетельствующих, что набухание толокна в течение 3–5 мин. обеспечивает достаточную величину водосвязывающей способности. Толокно вносили в рубленую массу в количестве 10–20% взамен мясного сырья.

Модельные полуфабрикаты оценивали по функционально-технологическим показателям: величине рН водного раствора, водоудерживающей, жирудерживающей способности и в сравнении с контролем.

Полученные данные показали, что используемый наполнитель повышает степень водоудерживающей и жирудерживающей способности мясной рубленой массы, однако данное увеличение показателей наблюдается при определенном количестве вносимых наполнителей. Добавление в полуфабрикаты количества толокна свыше 15% приводит к по-

тере способности удерживать влагу и сохранять матрицу исследуемой массы.

На степень гидратации белков влияет такой фактор, как рН среды. Овсяное толокно имеет рН водного раствора 3,2, т.е. ниже, чем мясо. При смешивании рубленой массы и гидратированного овсяного толокна рН мясо-растительной массы уменьшается (рис. 1).

При добавлении толокна свыше 15% рН системы уменьшается, уменьшаются водоудерживающая и жирудерживающая показатели. С увеличением количества толокна, увеличивается кислотность системы из-за содержащегося в нем кислот, щелочных составляющих мясной массы недостаточно для взаимодействия с ними.

Максимальное значение водоудерживающей, жирудерживающей способности наблюдается при внесении 10–15% толокна в рубленую массу.

Для подтверждения оптимального количества внесения толокна была проведена сравнительная органолептическая оценка прошедших тепловую обработку образцов мясных полуфабрикатов. На основании функционально-технологических исследований и проведенной дегустационной оценки



Рис. 1. Зависимость рН мясных рубленых полуфабрикатов от количества овсяного толокна

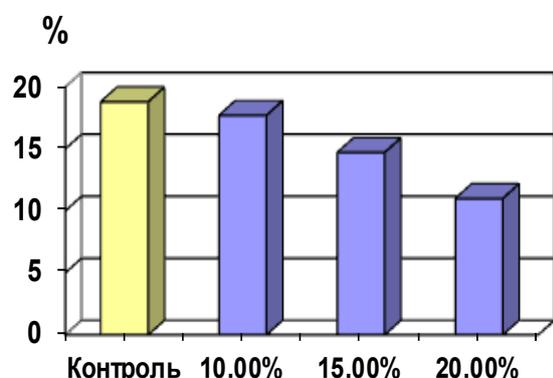


Рис. 2. Потери массы при тепловой обработке в зависимости от количества овсяного толокна

были выбраны рецептуры с оптимальным содержанием толокна в рубленой массе.

Потери массы при тепловой обработке с увеличением количества наполнителя уменьшаются по сравнению с контрольным образцом (рис. 2). У образца с уровнем замены мяса толокном 10% этот показатель составил в среднем 17,7%; с 15% толокна – 14,7%; с 20% – 11%, что так же связано с высокой водоудерживающей и жирудерживающей способностью мясорастительной массы.

Растительный наполнитель связывает воду и жир за счет адсорбции в результате чего поддерживается стабильность формы полуфабриката, снижаются потери при тепловой обработке, повышается сочность изделия и увеличивается выход изделия.

Проведенные микробиологические исследования мясных рубленых полуфабрикатов с толокном (протокол № 1.5981 от 08.05.2015г) свидетельствуют о том, что микробиологические показатели разработанных полуфабрикатов соответствуют требованиям СанПин 2.3.2.1078–01.

Согласно результатам органолептических исследований частичная замена мяса овсяным толокном практически не сказывается на цвете изделий, но сказывается на внешнем виде, вкусе и консистенции. Было отмечено, что опытные изделия имеют однородную консистенцию. При более высоком уровне замены отмечено ухудшение такого показателя, как консистенция, которая становилась рыхловатой. Наилучшие результаты отмечаются у образцов изделий с содержанием овсяного толокна 10% и 15%.

Выводы

Основываясь на результатах исследований можно сделать вывод, что использование овсяного толокна для замены мясного сырья в количестве 10–15% является оправданным. Введение в массу овсяного толокна позволяет прогнозировать повышение пищевой ценности полуфабрикатов, учитывая содержание в овсяном толокне значительного количества витаминов, макро- и микроэлементов, а также биофлавоноидов, лецитина.

Список литературы

1. Вайтанис М. А. Совершенствование технологии и рецептур мясных кнелей с использованием пророщенных бобовых культур. Материалы V Международной научно-практической конференции: Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания. В 2 т. Т. 1. – Челябинск: ЮУрГУ, 2011. – С. 94–95.
2. Шленская Т. В. Использование овсяных хлопьев в производстве изделий из мясной рубленой массы /Шленская Т. В., Бочкарева З. А., Шленская Н. М. //Хранение и переработка сельхозсырья:– 2010.– № 1.– С. 30–31.

INFLUENCE OF OAT FLOUR ON FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CHOPPED MEAT PRODUCTS

Z. A. Bochkareva

The research is devoted to influence of oat flour on water-retaining and fat-retaining index and weight loss during thermal treatment of chopped meat products

Keywords: chopped meat products, oat flour, functional and technological properties

References

1. Vaitanis M. A. Improvement of the technology and formulations of meat quenelle using sprouted legumes. Materials of V International scientific-practical conference: Modern state and prospects of development of food industry and public catering. Vol. 1 of 2. – Chelyabinsk: SUSU, 2011 – P. 94–95.
2. Shlenskaya T. V. The use of oat flakes in the manufacturing of products from minced meat mass/ Shlenskaya T. V., Bochkareva Z. A., Shlenskaya N. M. // Storage and processing of agricultural raw materials:– 2010.– № 1. P. 30–31.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ ГРЕЧИХИ

П. К. Воронина

В работе приведены результаты исследования нативного и экструдированного зерна гречихи.

Ключевые слова: гречиха, экструзионная обработка, свойства, хлебопечение.

Введение

В условиях нашей страны большая часть пищевых волокон поступает в организм человека с продуктами переработки зерна. Однако, при современном уровне потребления хлебобулочных и мучных кондитерских изделий и их ассортиментном составе, в Российской Федерации население с указанными видами продуктов питания получает не более 15–20% необходимого количества пищевых волокон.

В связи с этим, в последние годы в мире большое внимание уделяется обогащению хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функциональными пищевыми ингредиентами (витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами), придающими изделиям лечебные и профилактические свойства.

Обогащение хлеба и хлебобулочных изделий биологически активными веществами растительного сырья может быть осуществлено путем введения в рецептуру различных видов муки зерновых культур, семян тыквы и других видов растительного сырья, имеющих более высокую пищевую ценность по сравнению с пшеничной мукой в связи с повышенным содержанием пищевых волокон, минеральных веществ, белка, эссенциальных аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, а также антиоксидантов [1, 2, 3].

Одним из направлений обогащения хлебобу-

лочных и мучных кондитерских изделий могут являться зерновые экструдаты. Автором в соавторстве с другими учеными ранее показано, что применение в технологии пива экструдированного ячменя, проса, гречихи, полученных по специальной технологии с использованием термовакуумного эффекта, способствует расширению ассортимента и разработке перспективных сортов напитков с улучшенными показателями качества [4, 5, 6, 7].

Кроме того, установлена возможность обогащения хлеба экструдатами гречихи и овса, полученных по специальной технологии [8, 9].

Целью работы явилась разработка технологии и определение дозировки экструдированного зерна гречихи при производстве хлебобулочных изделий.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали муку из экструдированной гречихи, полученной путем обработки целых зерен по специальной технологии с последующим воздействием на выходящий из фильеры экструдат пониженным давлением [6, 7], способствующим большему перепаду давления. При проведении исследований применяли общепринятые методы сбора, сравнительного анализа и систематизации научной информации, лабораторного анализа объектов стандартными физико-химическими методами, сенсорного анализа – общепринятыми методами.

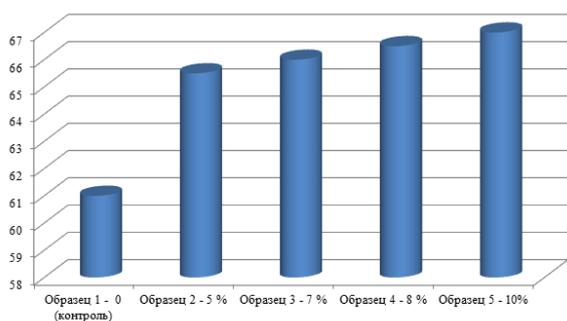


Рис. 1. Водопоглощательная способность смеси пшеничной муки и экструдата гречихи

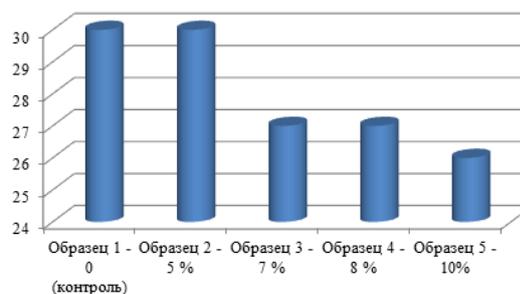


Рис. 2. Количество клейковины смеси пшеничной муки и экструдата гречихи

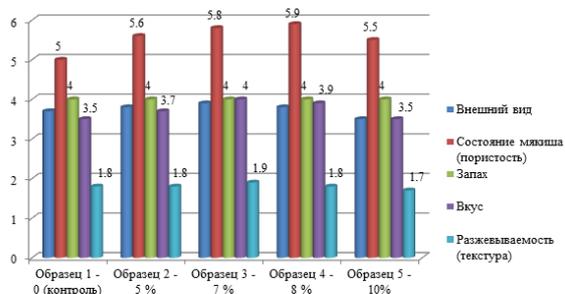


Рис. 3. Балловая оценка органолептических показателей готовых хлебобулочных изделий

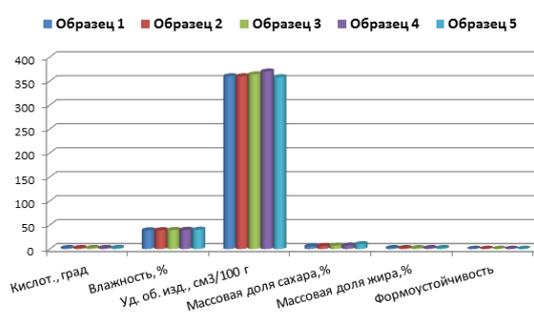


Рис. 4. Физико-химические показатели готовых изделий

Результаты и их обсуждение

Выбор злака обусловлен многогранностью свойств, полезных для здоровья человека.

Наиболее перспективным сырьем, совершенно не содержащим глютена, является гречиха. Гречиха имеет много дополнительных для здоровья свойств. Белок гречихи характеризуется высоким содержанием лизина. В ней содержатся фитостеролы (в частности рутин – витамин Р), снижающий уровень холестерина. Гречиха превосходит другие культуры по содержанию ниоцина, рибофлавина, фолиевой кислоты, тиамина, а также растворимых и нерастворимых пищевых волокон. В ней содержится значительное количество микроэлементов – железа, меди, кобальта, марганца и других элементов, необходимых для жизнедеятельности человека. Кроме того, потребление гречихи и приготовленных из нее продуктов благотворно сказывается на лечении диабета II, что объясняется присутствием фагопиринов.

На первом этапе исследовали водопоглотительную способность смеси пшеничной муки и экструдата гречихи.

В качестве контроля использовали пшеничную муку первого сорта (образец 1). Опытные образцы готовили, заменяя пшеничную муку на экструдат гречихи в количестве 5% (образец 2), 7% (образец 3), 8% (образец 4) и 10% (образец 5).

На рисунке 1 приведены результаты исследования водопоглотительной способности смеси пшеничной муки и экструдата гречихи.

Установлено, что образцы пшеничной муки с внесением экструдата гречихи имеют значительно более высокий показатель водопоглотительной способности. При уровне в контрольном образце водопоглотительной способности 60,4%, в опытных вариантах с внесением 5, 7, 8 и 10% муки экструдата гречихи взамен пшеничной муки водопоглотительная способность находилась на уровне 65,0, 65,4, 66,0 и 66,5%, соответственно.

Указанный уровень водопоглотительной способности смеси пшеничной муки и муки экструдата гречихи свидетельствует о потенциальной способности к замедлению процесса черствения хлебобулочных изделий с использованием муки экструдата гречихи.

Результаты определения количества клейковины в контрольных и опытных образцах приведены на рисунке 2.

Результаты исследований, приведенные на рисунке 2, свидетельствуют о том, что внесение экструдата гречихи приводит к снижению массовой доли клейковины смеси муки с 29,6% до 29,4–25,6% в зависимости от варианта опыта.

Снижение содержания клейковины, возможно, является результатом уменьшения глиадиновой и глютениновой фракций белков пшеничной муки за счет замены белковыми веществами муки экструдата гречихи, которые, как известно, неспособны к образованию связной структуры.

На втором этапе исследований производили замес теста, выпекали хлебобулочные изделия и оценивали их по органолептическим и физико-химическим показателям.

Тесто готовили безопасным способом. Готовые тестовые заготовки выпекали в печи при температуре 220°C.

Оценку качества готовых изделий с использованием экструдата гречихи производили методом балловой оценки органолептических показателей (внешний вид, пористость, текстура, вкус и запах). Результаты приведены на рисунке 3.

Органолептическая оценка свидетельствует о том, что лучшими образцами булочных изделий являются образцы с добавлением 7 и 8% муки экструдата гречихи.

Готовые образцы анализировали по физико-химическим показателям. Результаты приведены на рисунке 4.

Установлено повышение удельного объема опытных образцов хлебобулочных изделий, дозировка 10% муки экструдата гречихи привела к снижению удельного объема в сравнении со всеми вариантами.

Выводы

Проведенные исследования по разработке технологических решений применения экструдата гречихи при производстве хлебобулочных изделий из смеси пшеничной муки и экструдата гречихи позволили сделать следующие выводы:

– технологические показатели смеси пшеничной муки и экструдата гречихи (содержание клейковины, водопоглощительная способность);

– введение муки экструдата гречихи при замесе пшеничного теста уменьшает выход сырой клейковины, но оказывает на нее укрепляющее действие, при этом повышается водопоглощительная способность теста.

– балльная оценка опытных образцов хлебобулочных изделий с внесением экструдата гречихи

в количестве от 7 до 8% свидетельствует о более высоких показателях внешнего вида, вкуса, состояния мякиша в сравнении с показателями контрольного образца.

– на основании проведенных физико-химических исследований можно заключить, что внесение муки экструдированной гречихи оказывает положительное влияние на качественные характеристики булочных изделий.

Список литературы

1. Казанская, Л. Новые сорта хлеба с пищевыми волокнами / Л. Казанская, Л. Кузнецова, Г. Мельникова // Хлебобулочные изделия. – 1998. – № 2. – С. 16.
2. Корячкина, С. Я. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения: монография / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова, Е. В. Хмельева и др. Под ред. д-ра техн. наук, проф. С. Я. Корячкиной. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2012. – 262 с.
3. Шишков, Ю. И. Хлебобулочные изделия – продукты функционального назначения / Ю. И. Шишков, А. А. Рогов // Пищевая промышленность. – 2004. – № 12. – С. 92–94.
4. Шабурова, Г. В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина // Техника и технология пищевых производств, 2014. – № 1 (32). – С. 90–96.
5. Шабурова, Г. В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – № 4. – С. 79–83.
6. Воронина, П. К. Формирование качества пива в процессе сбраживания пивного сусле с использованием экструдата ячменя / П. К. Воронина, А. А. Курочкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2012. – № 4. – С. 100–103.
7. 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 аграрной академии, 2015. – № 3. – С. 15–20.
8. Шабурова, Г. В. Экструдированный овес как сырьё для обогащения хлеба / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, Н. Н. Шматкова // В сборнике: пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы сборник статей 8 Международной научно-практической конференции. Под редакцией В. А. Авророва. Пенза, 2014. – С. 97–101.
9. Шабурова, Г. В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – № 4. – С. 79–83.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR BAKERY PRODUCTS USING EXTRUDED BUCKWHEAT

P. K. Voronina

The results of studies of native and extruded grains of buckwheat.

Keywords: buckwheat, extrusion processing, properties, bakery.

References

1. Kazan, L. New varieties of bread with dietary fiber / L. Kazan, L. Kuznetsova, G. Melnikov // Bread products. – 1998. – No. 2. – P. 16.
2. Karachkina, S. Y. Improvement of technologies of bakery, confectionery and macaroni products of functional purpose: monograph / S. Y. Karachkina, G. A. Osipov, E. V. Khmelev, etc. Under the editorship of Dr. tech. Sciences, Professor S. Ya. Carjacking. – Eagle: FGBOU VPO «state University – unpk», 2012. – 262.

3. Shishkov, Y.I. Bakery products – functional products / Y. Shishkov, A.A. Rogov// Food industry.– 2004.– No. 12. P. 92–94.
4. Shaburov, G.V. Enhancement of technological capabilities of unmalted grain products/G. V. shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina//Technique and technology of food production, 2014.– № 1 (32) .– P. 90–96.
5. Shaburov, G. V. prospects of using extruded buckwheat in brewing and bread baking/G. V. shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D. I. Frolov//proceedings of the Samara state agricultural Academy, 2014.– No. 4.– P.79–83.
6. Voronin, P. K. formation of the quality of beer in the process of fermentation of wort with the use of the extrudate barley/P. K. Voronina, A.A. Kurochkin//proceedings of the Samara state agricultural Academy, 2012.– No. 4.– P. 100–103.
7. Kurochkin, A.A. Theoretical justification for the thermal vacuum effect in the workflow of the upgraded extruder/A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina//proceedings of the Samara state agricultural Academy, 2015.– No. 3. P. 15–20.
8. Shaburov, G. V. Extruded oats as raw material for the enrichment of bread/G. V. shaburova, P.K. Voronina, N.N. Smitkova//In the book: food industry and agriculture: advances, problems and perspectives a collection of articles 8 International scientific-practical conference. Under the editorship of V.A. Avrorov. Penza, 2014.– P. 97–101.
9. Shaburov, G. V. prospects of using extruded buckwheat in brewing and bread baking/G. V. shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D. I. Frolov//proceedings of the Samara state agricultural Academy, 2014.– No. 4.– P.79–83.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 664:634.18

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ФРУКТОВОГО СОКА В МНОГОКОРПУСНОЙ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКЕ

О. Н. Пчелинцева, Д. И. Фролов

В представленной работе рассмотрен процесс концентрирования фруктовых соков методом выпаривания. Для учета переходных процессов совместно приведены уравнения выпарного аппарата и конденсатора. Получена система дифференциальных уравнений, описывающих статические и динамические характеристики однокорпусного выпарного аппарата и учтена их связь в многокорпусной выпарной установке.

Ключевые слова: выпаривание, концентрирование, сок, многокорпусная выпарная установка.

Введение

В индустрии получения концентрированных соков выпаривание как правило проводят при высоких температурах. При выпаривании твердых веществ в ряде пищевых производств добиваются насыщения раствора, при последующем удалении растворителя из этого раствора, вследствие чего выделяется растворенное вещество – происходит кристаллизация.

Выпаривание используют для увеличения концентрации разбавленных растворов или же извлечения из них растворенного вещества при помощи кристаллизации.

Процедуру выпаривания обширно применяют в сахарной и консервной промышленности при концентрировании сахарных и томатных соков, молока и др. В пищевой технологии выпаривают обычно водные растворы например, фруктовые соки. Для сохранения естественных качеств соков выпаривание проводят при низких температурах и непродолжительное время.

Отрицательное действие теплоты на продукт, которому предстоит концентрация, отражается в первую очередь на его цвете. Потемнение является промежуточным продуктом – оксиметилфурфуролом, получающимся в присутствии сахаров и кислоты, и его последующими преобразованиями до темных продуктов испарения. В связи с этим количество полученного оксиметилфурфурола обычно бывает одним из показателей качества концентратов. Большое количество его означает о слишком большой обработке его теплом [1].

Для соков принято считать количество воды, которое должно быть выпарено для выделения ароматических веществ плодов (в % к объему сока). Например для яблочного сока это 15–20%, для грушевого, черносмородного 45–50%, абрикосового,

персикового 65–70%. Хотя обычно из яблочного сока уходит 15% воды, из иных соков 30%.

Выделенные с водяным паром ароматические вещества концентрируются в ректификационных колоннах. В 100-м концентрате содержатся около 1% ароматических веществ, а остальные 99% составляют вода и этиловый спирт. Чем больше спирта содержится в соке, тем больше его концентрация в ароматическом концентрате, поэтому в стандарте разных стран количество этилового спирта в концентратах ароматических веществ ограничивают в рамках от 5 до 20% в зависимости от вида фруктового сока.

Процесс выпаривания проводят в выпарных аппаратах непрерывно или периодически. Аппараты периодического действия, обычно используют в малых производствах.

Для выпаривания соков используют различные разновидности выпарных аппаратов. Выбор вида выпарного аппарата зависит в первую очередь от вида сока и его основных свойств.

При выпаривании осветленных соков и прочих не тягучих жидкостей лучшие результаты получены при применении тонкопленочных выпарных аппаратов, в них получают высочайшую скорость перемещения выпариваемой жидкости. Концентрируемая жидкость проходит в них в виде тонкой пленки снизу вверх либо сверху вниз по поверхности по которой проходит тепло. Растущая при этом скорость движения пара способствует преодолению увеличивающейся вязкости продукта.

Для выпаривания осветленных соков применяют два вида пленочных выпарных аппаратов – трубчатые и пластинчатые. Выпарные аппараты бывают одноступенчатыми, в которых греющий пар применяется один раз и расход его составляет 1,1 кг/кг испаренной воды, и многоступенчатыми, в которых используется теплота вторичного, сокового пара.

Многоступенчатые аппараты содержат разное число ступеней, и соответственно имеют разный расход в них греющего пара. В двухступенчатых выпарных установках расход пара 0,7 кг/кг, в трехступенчатых – 0,5 кг/кг и т.д. В последние годы большое распространение получили четырехступенчатые выпарные аппараты, расход пара в которых составляет 0,22 кг/кг испаренной влаги [1].

Целью работы являлось получение математической модели работы многокорпусной выпарной установки для выделения фруктового сока.

Объекты и методы исследований

Для получения модели для определения динамических свойств выпарного аппарата произведём его разделение на греющую камеру, поверхность нагрева и парожидкостное пространство и рассмотрим динамические свойства этих элементов. Поскольку переходные процессы происходят во времени, то наиболее удобной формой записи будут дифференциальные уравнения. Запишем уравнение материального баланса для греющей камеры в дифференциальной форме:

Для получения модели для определения динамических свойств выпарного аппарата произведём его разделение на греющую камеру, поверхность нагрева и парожидкостное пространство и рассмотрим динамические свойства этих элементов. Поскольку переходные процессы происходят во времени, то наиболее удобной формой записи будут дифференциальные уравнения. Запишем уравнение материального баланса для греющей камеры в дифференциальной форме:

$$\frac{d(G_H + G_K)}{d\tau} = D_{II} - D_K - D_H \quad (1)$$

где G_H, G_K – масса пара и конденсата в греющей камере;

D_{II}, D_K, D_H – расходы греющего пара, конденсата и пара, расходуемого на отвод неконденсирующихся газов.

Внутренняя энергия и выпарной установки приближенно определяется уравнением [2]:

$$u = M_{II} u_{II} + M_K c_K t_K + M_c c_c t_c + M_H c_H t_H \quad (2)$$

где M_{II}, M_c, M_H – масса пара, стенок и изоляции;

u_{II} – внутренняя энергия пара;

$c_K, c_c, c_H, t_K, t_c, t_H$ – соответственно, теплоемкость и температуры конденсата, стенок и изоляции.

Считают, что энтальпия греющего пара и пара, расходуемого на отвод неконденсирующихся газов, примерно одинаковы $i_{II} = t_H$, а изменение вну-

тренней энергии определяется только подводом и отводом теплоты. Продифференцировав это уравнение, получим приближенную зависимость изменения основных характеристик аппарата во времени

$$\begin{aligned} \frac{du}{d\tau} &= \frac{DM_{II} u_{II}}{d\tau} + \frac{dM_K c_K t_K}{d\tau} + \\ &+ M_c c_c \frac{dt_c}{d\tau} + M_H c_H \frac{dt_H}{d\tau} = \quad (3) \\ &= (D - D_H) i_{II} - D_K i_K - Q_{II} - Q_{пот} \end{aligned}$$

Выражая массы пара и конденсата через их объемы и плотности и учитывая, что внутренняя энергия, плотность и теплоемкость пара и воды являются функциями температуры, получаем приближенное дифференциальное уравнение для греющей камеры, разрешенное относительно температуры греющего пара

$$a_1 \frac{dt_{II}}{d\tau} = -a_2 t_{II} + a_3 t_c + a_4 (D - D_H) + a_5 \quad (4)$$

где a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – постоянные, определяемые соотношениями величин, характеризующих режимы работы конкретного аппарата.

Например,

$$a_2 = a_3 = \frac{F_1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{2\lambda_c}}; \quad a_4 = i_H - i_K;$$

$$a_5 = D_H \quad (5)$$

где α_1 – коэффициент теплоотдачи от греющего пара к стенкам труб;

F_1 – поверхность конденсации;

t_{II}, t_c – температура греющего пара и поверхности нагрева (стенки);

δ_c, λ_c – толщина и коэффициент теплопроводности стенки.

Уравнение (4) описывает закономерность изменения температуры греющего пара во времени. Простым пересчетом получим уравнение для установления закономерностей изменения давления греющего пара.

Поскольку уравнение (4) в правой части содержит еще одну переменную — температуру поверхности нагрева t_c , то необходимо получить закономерность ее изменения во времени. Для этого используем уравнение энергетического баланса

$$M_c c_c \frac{dt_c}{d\tau} = Q_1 - Q_2 \quad (6)$$

Количество теплоты, подводимой к трубам греющей камеры, определяется уравнением

$$Q_1 = \frac{F_1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{2\lambda_c}} (t_n - t_c) \quad (7)$$

а количество теплоты, передаваемой от труб греющей камеры к нагреваемой жидкости,— уравнением

$$Q_2 = \frac{F_2}{\frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_c}{2\lambda_c} + \frac{\delta_H}{2\lambda_H}} (t_c - t_{ж}) \quad (8)$$

где F_1, F_2 – внешняя и внутренняя поверхности труб;

$t_{ж}$ – температура кипящей жидкости;

α_1, α_2 – коэффициенты внутренней и внешней теплоотдачи;

δ_c, δ_H – толщина стенок металла и накипи;

λ_c, λ_H – коэффициенты теплопроводности для стенок металла и накипи.

Преобразовав уравнение (6) и разрешив его относительно основной переменной с учетом (7) и (8), получим дифференциальное уравнение, описывающее закономерность изменения температуры поверхности нагрева во времени

$$c_1 \frac{dt_c}{d\tau} = -c_2 t_n + c_3 t_{ж} + c_4 t \quad (9)$$

где $c_1 = c_c M_c$; $c_2 = c_3 + c_4$;

$$c_3 = \frac{F_1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{2\lambda_c}}; c_4 = \frac{F_2}{\frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_H}{2\lambda_H} + \frac{\delta}{2\lambda}}$$

Парожидкостное пространство выпарного аппарата можно рассматривать как три последовательно сосредоточенные емкости: кипящая жидкость, пар под зеркалом испарения и пространство вторичного пара. Уравнение материального баланса для трех емкостей в дифференциальной форме запишем в следующем виде:

$$\frac{d(M_{ж} + M'_n + M''_n)}{d\tau} = S_H - S_K - W \quad (10)$$

где $M_{ж}, M'_n, M''_n$ – массы жидкости в аппарате, пара под и над зеркалом испарения.

Учитывая, что температура вторичного пара равна температуре кипения жидкости ($t_{ж} \approx t$), а изменение внутренней энергии и плотности пара является функцией температуры (давления), пренебрегая массой пара по сравнению с массой жидкости и произведя ряд алгебраических преобразований, получим дифференциальное уравнение, описывающее изменение температуры кипящей жидкости

$$d_1 \frac{dt_{ж}}{d\tau} = -d_2 t_{ж} + d_3 t_c - d_4 W + d_5 \quad (11)$$

где $d_1 = \rho_{ж} c_{ж} V_{ж} + c_c \sum M_c$; $d_2 = c_4 + S_H c_{ж}$

$$d_3 = d_4 = i_n; d_5 = S_H c_H t_H - Q_{пот}$$

Объем жидкости в аппарате определяется пьезометрическим уровнем

$$V_{ж} = V_{ж0} + \eta h \quad (12)$$

где $V_{ж0}$ – объем жидкости, ограниченный плоскостью, от которой отсчитывается уровень;

η – площадь поперечного сечения аппарата.

Изменение уровня жидкости в аппарате определится уравнением

$$\frac{d(V_{ж} \rho_{ж})}{d\tau} = e \frac{dh}{d\tau} = S_H - S_K - W \quad (13)$$

где $e = \rho_{ж} \eta$.

Для обеспечения постоянства количества жидкой фазы и температурного режима в аппарате необходимо соблюдать два условия [3]

$$\Delta Q = 0 \quad \text{и} \quad S_H - S_K - W = 0$$

Уравнение для концентрации раствора в аппарате получаем из материального баланса сухих веществ в дифференциальной форме

$$\frac{d}{d\tau} (M_{ж} b + M_n \varepsilon) = b_H S_H + b_K S_K - W \varepsilon \quad (14)$$

где b_H, b_K, b – концентрации на входе, выходе и в паровом пространстве (в долях единицы);

ε – доля сухих веществ во вторичном паре.

Выразив массу жидкости $M_{ж} = V_{ж} \rho_{ж}$ и считая, что унос жидкости паром незначителен $\varepsilon = 0$, а концентрация — сосредоточенный параметр, продифференцировав уравнение, получим

$$V_{ж} \rho_{ж} \frac{db}{d\tau} + \rho_{ж} b \frac{dV_{ж}}{d\tau} = b_H S_H - b_K S_K$$

$$V_{ж} = V_{ж0} + \eta h (M_{ж} + \eta \rho_{ж} h) \frac{db}{d\tau} +$$

$$+ \eta \rho_{ж} b \frac{dh}{d\tau} = b_H S_H + b_K S_K$$

Подставив последнее равенство в уравнение (13), получим

$$f \frac{db}{d\tau} = b_H S_H - b(S_K - W) \quad (15)$$

где $f = M_{ж0} + \eta \rho_{ж} h$

Результаты и их обсуждение

В результате получена система дифференциальных уравнений, описывающих установившиеся и переходные процессы в одноступенчатом выпарном аппарате

$$\begin{cases} a_1 \frac{dt_n}{d\tau} = -a_2 t_n + a_3 t_c + a_4(D - D_H) + a_5; \\ c_1 \frac{dt_c}{d\tau} = -c_2 t_c + c_3 t_{ж} + c_4 t; \\ d_1 \frac{dt_{ж}}{d\tau} = -d_2 t_{ж} + d_3 t_c - d_4 W + d_5; \\ f \frac{db}{d\tau} = b_H S_H - b(S_K - W); \\ e \frac{dh}{d\tau} = S_H - S_K - W. \end{cases} \quad (16)$$

Эта система уравнений устанавливает связи между температурами пара t_n , стенок t_c , кипящей жидкости $t_{ж}$, ее концентрацией b и уровнем h при различных возмущающих и упрощающих воздействиях (подача пара в греющую камеру, расход пара на отвод неконденсирующихся газов, подвод и отвод выпариваемой жидкости, начальная концентрация, образование накипи и пр.).

Для определения расхода вторичного пара W необходимо систему уравнений (16) одного корпуса рассматривать совместно с уравнениями корпуса, в который направляется вторичный пар [4]. При всем этом вероятны следующие случаи.

1. Если в выпарном аппарате температура кипящего сока поддерживается неизменной ($t_{ж} = const$), например, при кипении при атмосферном давлении, то уравнение (11) преобразуется в алгебраическое и служит для определения количества вторичного пара

$$W \frac{d_3}{d_4} t_c - \frac{d_2}{d_4} t_{ж} + \frac{d_5}{d_4}$$

2. При работе выпарного аппарата совместно с конденсатором температура (давление) в котором зависит от расхода вторичного пара, при расчете и моделировании переходных процессов необходимо рассматривать совместно уравнения выпарного аппарата и конденсатора. Пусть переходный процесс в конденсаторе описывается линейным дифференциальным уравнением первого порядка

$$z_1 \frac{dt_{конд}}{d\tau} = z_2 t_{конд} + z_3 W - z_4 G_B + z_5$$

где $t_{конд}$ – температура пара в конденсаторе;
 G_B – расход охлаждающей воды;
 z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 – постоянные величины, определяемые режимом работы и конструктивными параметрами конденсатора.

Не учитывая гидравлические сопротивления паропровода, соединяющего выпарной аппарат и конденсатор и считая, что $t_{ж} = t_{конд} + \Delta$ запишем

$$\frac{dt_{конд}}{d\tau} = \frac{dt_{ж}}{d\tau} \quad (17)$$

где Δ — полная депрессия.

Рассматривая совместно последних три уравнения, получаем дифференциальное уравнение динамики выпарного аппарата, работающего совместно с конденсатором

$$d_1^0 \frac{dt_{ж}}{d\tau} = -d_2^0 t_{ж} + d_3^0 t_c - d_4^0 G_B + d_5^0 \quad (18)$$

где $d_1^0 = d_1 + d_4 \frac{z_1}{z_3}$; $d_2^0 = d_2 + d_4 \frac{z_2}{z_3}$

$$d_4^0 = d_4 \frac{z_4}{z_3}; \quad d_5^0 = d_5 + d_4 \left(\frac{z_5}{z_3} + \frac{z_2}{z_3} \Delta \right)$$

3. При работе выпарного аппарата с другими корпусами многокорпусной выпарной установки (МВУ) расход вторичного пара W определяют на основе совместного рассмотрения уравнений для парожидкостного пространства i -го аппарата и греющей камеры $(i + 1)$ -го аппарата.

Для замыкания системы уравнений, описывающих переходные процессы в отдельных корпусах МВУ, необходимо добавить уравнения, связывающие параметры смежных аппаратов (уравнения связи). В качестве таких уравнений для установок с пароотбором можно использовать уравнения материального баланса

$$\begin{aligned} D_2 &= W_1 - E_1; \quad D_3 = W_2 - E_2; \\ \dots; \quad D_i &= W_{i-1} - E_{i-1} \end{aligned} \quad (19)$$

а для установок без пароотбора

$$D_2 = W_1; \quad D_3 = W_2; \quad \dots; \quad D_i = W_{i-1}$$

где D_i, W_i, E_i – количество греющего, вторичного и экстрапара i -го корпуса.

При этом количество недостающих уравнений составит

$$2n - 1 - (n - 1) = n$$

Недостающие уравнения получим на основе совместного рассмотрения уравнений смежных корпусов МВУ.

Систему дифференциальных уравнений (16), описывающих статические и динамические харак-

теристики однокорпусного выпарного аппарата, преобразовывают к следующему виду:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \frac{dt_n}{d\tau} + t_n = t_c + a_4(D - D_H) + a'_5; \\ T_2 \frac{dt_c}{d\tau} + t_c = c'_3 t_n + c'_4 t_{ж}; \\ T_3 \frac{dt_{ж}}{d\tau} + t_{ж} = d'_3 t_c - d'_4 W + d'_5; \\ T_4 \frac{db}{d\tau} + b = f_2 b_H; \\ T_5 \frac{dh}{d\tau} = S_H - S_K - W. \end{array} \right. \quad (20)$$

где $T_1 = \frac{a_1}{a_2}$; $T_2 = \frac{c_1}{c_2}$; $T_3 = \frac{d_1}{d_3}$; $T_4 = \frac{f_1}{S_H - W}$

$$T_5 = e \quad ; \quad a'_4 = \frac{a_1}{a_2} \quad ; \quad a_5 = \frac{a_5}{a_2} \quad ; \quad c'_3 = \frac{c_3}{c_2} \quad ;$$

$$c'_4 = \frac{c_4}{c_2} \quad ; \quad d'_3 = \frac{d_3}{d_2} \quad ; \quad d'_4 = \frac{d_4}{d_2} \quad ; \quad d'_5 = \frac{d_5}{d_2} \quad ;$$

$$f_2 = \frac{S_H}{S_H - W}$$

T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 – постоянные времени выпарного аппарата соответственно по температурам греющего пара, поверхности нагрева, кипящей жидкости, а также по изменению концентрации и гидростатическому изменению уровня кипящей жидкости. [3]

Выводы

Особенностью математической модели однокорпусного выпарного аппарата, работающего совместно с конденсатором, является замена третьего уравнения в системе (16) уравнением (18).

Для МВУ первый и второй корпус описываются системой уравнений (16) и связи между ними устанавливаются уравнениями (19).

Из-за небольших отклонений от равновесного состояния, при которых влияние величины концентрации и уровня на теплообмен незначительно, уравнения для концентраций и уровня рассматриваются отдельно от уравнений для температурного режима.

Список литературы

1. Кавецкий, Г.Д. Процессы и аппараты пищевой технологии / Г.Д. Кавецкий, В.П. Касьяненко. – М.: КолосС, 2008. – 591с.: ил.
2. Остапчук, Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Высш. шк., – 2001. – 367 с.
3. Qi Ruan, Hao Jiang, Meiling Nian, Zuoyi Yan Mathematical modeling and simulation of countercurrent multiple effect evaporation for fruit juice concentration // Journal of Food Engineering: Volume 146. – Pages 243–251.
4. Deepak Kumar, Vivek Kumar, V.P. Singh, Modeling and dynamic simulation of mixed feed multi-effect evaporators in paper industry // Applied Mathematical Modelling: Volume 37, Issues 1–2. – Pages 384–397.

MATHEMATICAL MODELING OF CONCENTRATING THE FRUIT JUICE BY EVAPORATION

O. N. Pchelintseva, D. I. Frolov

In the present paper we consider the process of concentrating fruit juices by evaporation. To account for the transient processes jointly presented equation evaporator and condenser. A system of differential equations describing the static and dynamic characteristics of single hull evaporator and taken into account their link in multihull evaporator unit.

Keywords: evaporation, concentration, juice, multihull evaporating unit.

References

1. Kavetsky, G. D. Processes and devices of food technology / G. D. Kavetsky, V. P. Kasyanenko. – M. Colossi, 2008. – 591s.: II.
2. Ostapchuk, N. V. Fundamentals of mathematical modeling of processes of food production: Proc. allowance. – 2nd ed., Rev. and add. – K. : Vyssh. shk. – 2001. – 367 p.
3. Qi Ruan, Hao Jiang, Meiling Nian, Zuoyi Yan Mathematical modeling and simulation of countercurrent multiple effect evaporation for fruit juice concentration // Journal of Food Engineering: Volume 146. – Pages 243–251.
4. Deepak Kumar, Vivek Kumar, V. P. Singh, Modeling and dynamic simulation of mixed feed multi-effect evaporators in paper industry // Applied Mathematical Modelling: Volume 37, Issues 1–2. – Pages 384–397.

УДК 004.421.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

А. В. Коновалов, О. Е. Коновалова

В работе представлен подход для моделирования процесса тепловой обработки малогабаритной электрической печи, который позволяет упростить реализацию алгоритма тепловой обработки. Данный подход моделирования основан на консолидации языков моделирования UML и SDL.

Ключевые слова: модель, конечный автомат, тепловая обработка.

Введение

Процесс тепловой обработки часто выполняется в печах на предприятиях общественного питания и в пекарнях для выпечки хлебобулочных или кондитерских изделий. Такие печи часто представляют собой аппарат с принудительной конвекцией и увлажнением греющей среды, осуществляемой ручным управлением. Для автоматизации работы такие печи оснащают микропроцессорным блоком управления (МБУ), который обеспечивает пропорциональное регулирование мощности и своевременное увлажнение греющей среды. Модель работы МБУ основывается на использовании теории конечных автоматов, реализация которых зачастую представляет трудоемкий процесс, описать который с использованием одного средства моделирования, например языка UML (Unified Modeling Language), недостаточно, поскольку язык UML, при всех его возможностях, зачастую использует обобщенные, абстрактные и труднореализуемые понятия. Для детального моделирования можно использовать язык SDL (Specification and Description Language) [1].

Целью работы являлась разработка модели работы малогабаритной электрической печи на базе теории конечных автоматов с использованием UML и SDL диаграмм.

Объекты и методы исследований

UML-диаграмма состояний работы электрической печи показана на рис. 1. В работе можно выделить 3 базовых состояния:

- Установка требуемой температуры;
- Загрузка тестовых заготовок;
- Тепловая обработка.

Если эти процедуры выполняются успешно, то печь переходит в состояние «Успешное завершение». В случае возникновения ошибки конечный автомат переходит в состояние «Аварийное завершение».

Рассмотрим принципиальную электрическую схему малогабаритной электрической печи (рис. 2). Для включения печи необходимо включить автоматический выключатель Q, что обеспечит замыкание

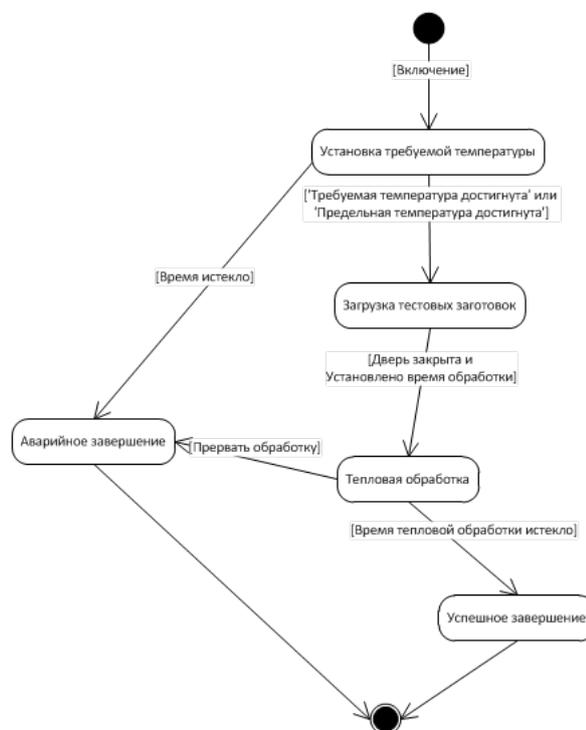


Рис. 1. UML-диаграмма состояний работы электрической печи

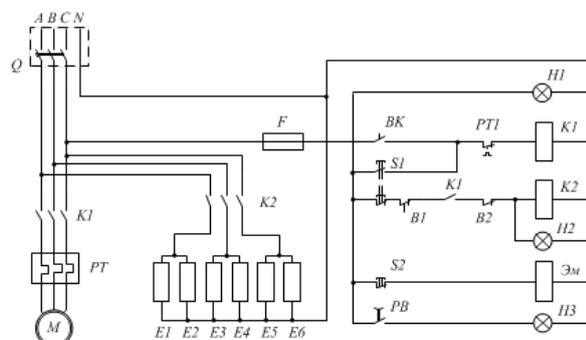


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема малогабаритной электрической печи

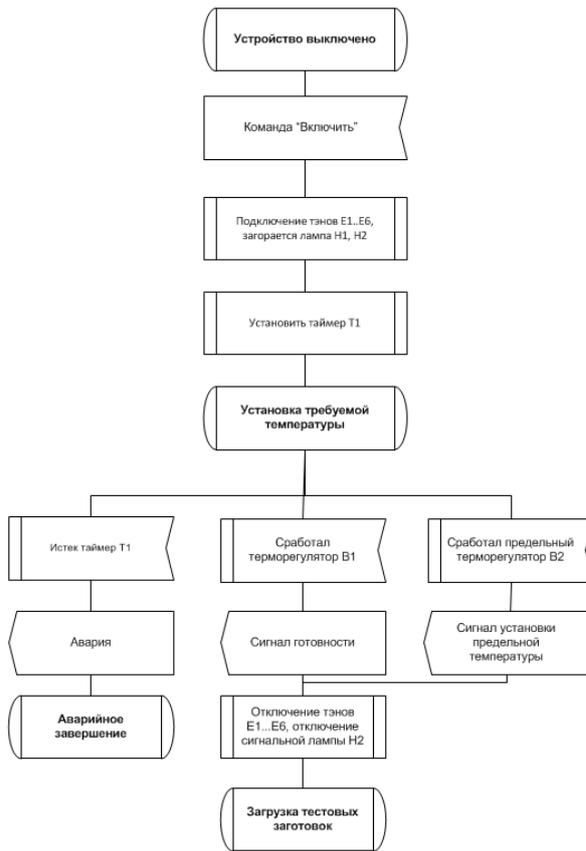


Рис. 3. UML-диаграмма этапа установки температуры

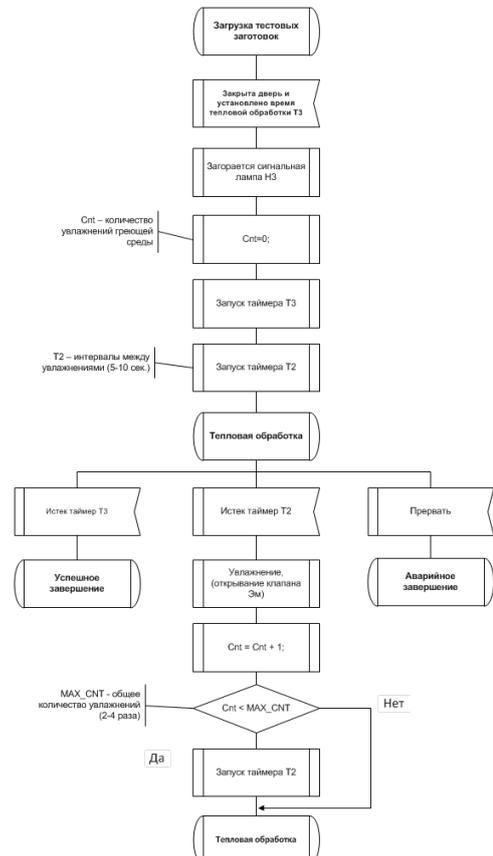


Рис. 4. UML-диаграмма «Тепловой обработки»

конечного выключателя ВК. После закрытия двери печной камеры загорается лампа Н1, что означает включение магнитного пускателя К1, контакты которого включают электродвигатель вентилятора М, магнитный пускатель К2 и сигнальную лампу Н2. Магнитный пускатель К2, включившись, замкнет свои контакты и подключит трубчатые электрические нагреватели (ТЭНы) Е1... Е6 [2] .

Этап установки температуры показан на SDL-диаграмме, изображенной на рис. 3. Из диаграммы видно, что переход к состоянию «Загрузка тестовых заготовок» возможен при возникновении одного из двух событий: «Сработал терморегулятор В1» или «Сработал предельный терморегулятор В2».

Таким образом, когда температура в печи достигнет установившегося заданного значения, контакт терморегулятора В1 разомкнется и отключит магнитный пускатель К2. При этом произойдет отключение ТЭНов Е1... Е6 и погашение сигнальной лампы Н2, что означает готовность печи к работе. В случае выхода из строя терморегулятора В1 для защиты от перегрева сработает дополнительный терморегулятор В2, который отключит магнитный пускатель К2, ТЭНы Е1... Е6 и сигнальную лампу Н2 при достижении предельной температуры.

Печь находится в состоянии «Загрузки тестовых заготовок» до наступления события, сигнализирующего о том, что необходимые противни с тестовыми заготовками установлены, дверь закрыта



Рис. 5. Алгоритмы перехода в состояние «Устройство выключено» из двух конечные состояния «Успешное завершение» (а) и «Аварийное завершение» (б)

и задана продолжительность тепловой обработки (реле РВ, значение Т3). Этот сигнал переводит печь в состояние «Тепловой обработки» (рис. 4).

Процесс тепловой обработки успешно завершается при истечении заданного времени (событие «Истек таймер Т3»). Увлажнение греющей среды происходит через заданные интервалы времени, определяемое таймером Т2. При этом происходит открытие электромагнитного клапана Эм (рис. 2), и вода поступает через распылительную форсунку. Максимальное количество увлажнений определяется константой MAX_CNT (рис. 4).

На рисунке 5 показаны алгоритмы перехода в состояние «Устройство выключено» из двух конечные состояния «Успешное завершение» (рис. 5, а) и «Аварийное завершение» (рис. 5, б). При этом размыкается контакт реле времени РВ, гаснет лампа НЗ и звенит звонок, извещающий об окончании процесса выпечки (рис. 2).

Список литературы

1. Коновалов А. В., Коновалова О. Е., Бростиллов С. А., Функциональный подход в программировании конечного автомата тепловой обработки малогабаритной электрической печи / Научно-методический журнал «XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего». – Пенза, ПензГТУ, выпуск 04 (26) /2015–67–78 с.
2. Кирпичников В. П., Ботов М. И. Оборудование предприятий общественного питания: В 3ч. Ч. 2. Тепловое оборудование – М.: Издательский центр «Академия», 2010.

SIMULATION OF HEAT TREATMENT PROCESS FOR SMALL-SIZED ELECTRIC FURNACE

A. V. Konovalov, O. E. Konovalova

The paper presents an approach for modeling the thermal treatment of small-sized electric furnace, which can simplify the implementation of the algorithm of thermal treatment. This modeling approach is based on the consolidation of the modeling language UML and SDL.

Keywords: model, finite state machine, heat treatment.

References

1. Konovalov A. V. Konovalov O. E., Brostillov S. A., functional approach to programming the finite state machine of compact electric heat treatment furnace / Scientific-methodical journal «XXI century: the results of past and present problems» . - Penza, PenzGTU, 2015
2. Kirpichnikov V. P. , bots, MI Catering equipment: In 3h. Part 2. Heating Equipment - M .: Publishing center «Academy», 2010.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗРЫВНОГО ИСПАРЕНИЯ ВОДЫ В ЭКСТРУДЕРЕ С ВАКУУМНОЙ КАМЕРОЙ

Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина

На сегодняшний день продуктов, выпускаемых на основе сырья растительного происхождения с помощью термопластической экструзии выпускается очень много, начиная от сухих завтраков и заканчивая кормами для животных. Из всех макроструктур, пористая представляет наибольший интерес при производстве функциональных добавок к хлебобулочной продукции. Для получения экструдатов пористой макроструктуры используют короткие неохлаждаемые фильеры, при выходе расплава через такую фильеру происходит резкий сброс давления, что приводит к взрывному испарению воды и образованию пористой макроструктуры. При определении характеристик взрыва наибольшие трудности возникают при рассмотрении процесса перехода жидкости в перегретое состояние и следующего за ним детонационного вскипания жидкости. При испарении жидкости большая часть тепловой энергии, потраченной на перегрев жидкости, преобразуется в механическую энергию сжатия и кинетическую энергию движущейся парожидкостной смеси, за счет чего и получается пористая структура. Кроме взрывного испарения свободной воды влажность экструдата уменьшается за счет сушки путем конвективного массообмена. Опираясь на уравнения первого закона Фика, состояния идеального газа и теорию подобия был рассчитан конвективный массообмен влаги в атмосферных условиях экструдирования и при применении вакуумной камеры экструдера. При этом скорость испарения влаги с поверхности экструдированного продукта при использовании вакуумной камеры возрастает примерно в 30 раз, что оправдывает ее применение для увеличения скорости сушки экструдата и увеличению его пористости вследствие взрывного испарения воды при увеличенном градиенте давления между камерами.

Ключевые слова: экструдат, растительное сырье, влажность, коэффициент расширения.

Введение

На сегодняшний день продуктов, выпускаемых на основе сырья растительного происхождения с помощью термопластической экструзии выпускается огромное количество, начиная от сухих завтраков и заканчивая кормами для животных [1, 8].

Согласно классификации экструзионных продуктов по макроструктуре различают продукты с волокнистой, однородной и пористой структурой. Из всех макроструктур, пористая представляет наибольший интерес при производстве сухих завтраков, функциональных добавок к хлебобулочной продукции. Основными компонентами экструдатов пористой структуры являются 80% крахмалов и 10–15% белков [5, 6].

Структурообразование экструдатов наиболее активно начинает проявляться уже на стадии плавления и дозирования где поддерживается температура 120–180 °С и давление 4...6 МПа, где материал (увлажненное и перемешанное зерновое сырье) переходит в вязкотекучее состояние. В этих условиях происходит желатинизация крахмалов и денатурация белков, при этом кристаллические области, такие как амилозы и амилопектины переходят из неупорядоченного высокоэластичного состояния в вязкотекучее [2]. Структурообразование расплавов происходит под действием сил сдвига и растяжения в головке экструдера и фильере матрицы, при этом в зависимости от конструкции фильеры

и технологических факторов (температура, давление, состав сырья) возможно, получить экструдаты различной макроструктуры. Для получения экструдатов пористой макроструктуры используют короткие неохлаждаемые фильеры, при выходе расплава через такую фильеру происходит резкий сброс давления, что приводит к взрывному испарению воды и образованию пористой макроструктуры [3, 4].

Целью работы является описание теоретических зависимостей процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой.

Объект и методы исследования

При определении характеристик взрыва наибольшие трудности возникают при рассмотрении процесса перехода жидкости в перегретое состояние и следующего за ним детонационного вскипания жидкости. Под детонационным вскипанием принимается лавинообразное образование центров кипения в объеме перегретой жидкости и последующее быстрое испарение жидкости. При испарении жидкости большая часть тепловой энергии, потраченной на перегрев жидкости, преобразуется в механическую энергию сжатия и кинетическую энергию движущейся парожидкостной смеси.

$$\Delta E = M \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (1)$$

где M , c_p , ΔT – масса, теплоемкость

и величина перегрева «взрывающейся» порции жидкости.

Разрушающая способность взрыва определяется механизмом вскипания жидкости и количеством выделившейся энергии, пропорциональной величине

$$E = c_p \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T \quad (2)$$

где c_p – теплоемкость;

ρ – плотность;

V – объем вскипевшей части жидкости;

ΔT – величина перегрева, $\Delta T = T - T_S$.

Механизм вскипания воды зависит от взаимодействия следующих факторов: внешний или внутренний импульс давления, под действием которого активируются центры кипения, месторасположение и плотность этих центров; время и последовательность их активации; зависимость количества центров кипения от давления, температуры и наличия примесей в жидкости.

Характер вскипания изменяется в зависимости от относительной величины перегрева

$$\varepsilon = \frac{(T - T_S)}{(T_n - T_S)} \quad (3)$$

где T , T_S , T_n – температуры жидкости, ее насыщенных паров и предельного (достижимого) перегрева.

При малых перегревах $\varepsilon \ll 1$ обычно наблюдают кипение на отдельных центрах; в этом случае в парожидкостную смесь превращается малая часть перегретой жидкости, непосредственно прилегающая к центрам кипения.

При перегревах, близких к предельным $\varepsilon \approx 1$, вскипание носит взрывной характер, а в парожидкостную смесь превращается весь объем перегретой жидкости.

Наиболее важной характеристикой взрывного вскипания жидкости служит возникающий при этом импульс давления, который и оказывает влияние на коэффициент расширения экструдата.

Кроме взрывного испарения свободной воды влажность экструдата уменьшается за счет сушки путем конвективного массообмена [7].

Определим скорость испарения воды с поверхности экструдата, когда над его поверхностью сухой воздух. Поскольку массообмен определяется конвективным процессом, то удобно определять поток массы пропорционально разности между массовыми концентрациями на поверхности и в окружающей среде:

$$\dot{m}_A = h_m A (C_{As} - C_{A\infty}) \quad (4)$$

где \dot{m}_A – скорость испарения воды, кг/с;

h_m – коэффициент конвективного массообмена, м/с;

A – площадь поверхности, м²;

C_{As} – массовая концентрация влаги на поверхности, кг/м³;

$C_{A\infty}$ – массовая концентрация влаги в окружающей области кг/м³.

Уравнение (4) является основным уравнением для расчета конвективного массообмена при малых значениях потока массы, и оно определяет смысл коэффициента конвективного массообмена h_m . Уравнение (4) аналогично по форме записи закону Ньютона при охлаждении.

На рис. 1 приведена схема испарения влаги с поверхности экструдата. Для решения данной

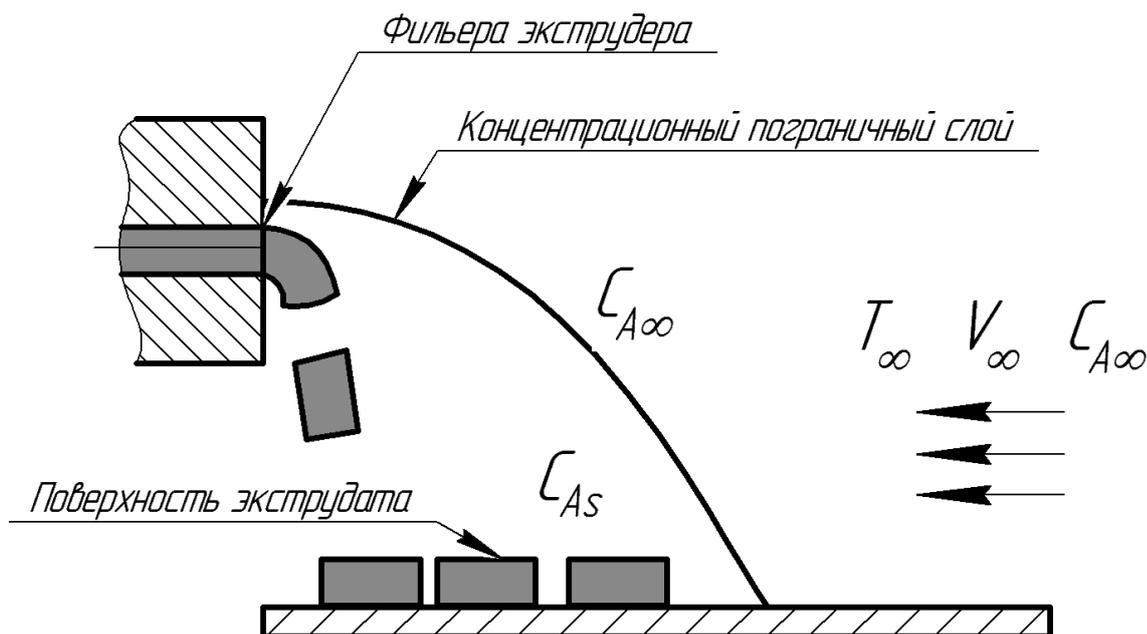


Рис. 1. Схема испарения влаги с поверхности экструдата

задачи рассмотрим перенос тепла от горизонтальной поверхности на которой развивается тепловой пограничный слой. Над поверхностью экструдированного продукта образуется концентрационный пограничный слой, внутри которого концентрация изменяется в направлении, перпендикулярном горизонтальной поверхности. Снаружи пограничного слоя концентрация водяного пара остается постоянной и равной своему значению в окружающей среде.

Между процессами конвективного теплообмена и массообмена есть подобие. Если вывести уравнения сохранения для процессов конвективного переноса тепла и массы, то эти уравнения окажутся подобными, причем массовая концентрация C_A аналогична температуре T , а коэффициент бинарной диффузии D_{AB} аналогичен коэффициенту температуропроводности α .

Методом расчета коэффициента массообмена является использование соответствующего безразмерного соотношения для конвективного теплообмена с подстановкой соответствующих безразмерных комплексов, описывающих процесс массообмена. Безразмерным комплексом, описывающими теплообмен, является число Нуссельта; массообмен – число Шервуда; отношение переноса количества движения к теплопроводности – число Прандтля; отношение переноса количества движения к массовой диффузии – число Шмидта; отношение силы инерции к силе вязкости – число Рейнольдса [9].

Результаты и их обсуждение

Рассчитаем скорость испарения воды с поверхности экструдата имеющий поверхность $0,8 \text{ м}^2$, скорость воздуха над экструдатом $0,1 \text{ м/с}$ при экструдировании на поверхность лотка, и 6 м/с при экструдировании в вакуумную камеру экструдера. Температура воздуха $25 \text{ }^\circ\text{C}$ и воды в экструдате равна $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Относительная влажность воздуха 80% и 10% при экструдировании в вакуумную камеру. Перед расчетом подберем соответствующее безразмерное соотношение для числа Шервуда, определим будет ли течение ламинарным или турбулентным. Для этого рассчитаем число Рейнольдса по формуле:

$$\text{Re}_A = \frac{\rho \cdot V_\infty \cdot L}{\mu} = \frac{1,146 \cdot 0,1 \cdot 0,8}{18,4 \cdot 10^{-6}} = 4982 \quad (5)$$

где Re_A – критерий Рейнольдса при атмосферном давлении;

ρ – плотность воздуха, кг/м^3 ;
 V_∞ – скорость воздуха в конце лотка, м/с ;
 L – длина лотка, м ;
 μ – коэффициент динамической вязкости, $\text{Н}\cdot\text{с/м}^2$.

Число Рейнольдса для вакуумной камеры найдем

$$\text{Re}_V = \frac{\rho \cdot V_\infty \cdot L}{\mu} = \frac{1,146 \cdot 6 \cdot 0,8}{18,4 \cdot 10^{-6}} = 298956 \quad (6)$$

Течение воздуха полностью турбулентное в обоих случаях, поэтому безразмерные критерий Шервуда найдем из выражения

$$\begin{aligned} Sh_A &= 0,036 Sc^{1/3} \text{Re}_A^{0,8}; \\ Sh_V &= 0,036 Sc^{1/3} \text{Re}_V^{0,8} \end{aligned} \quad (7)$$

используя физические свойства воды и воздуха при $25 \text{ }^\circ\text{C}$, имеем коэффициент бинарной диффузии воздух – вода $D_{AB} = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, критерий Шмидта

$$Sc = \frac{\nu}{D_{AB}} = \frac{16,18 \cdot 10^{-6}}{2,6 \cdot 10^{-5}} = 0,622$$

Найдем число Шервуда для атмосферного давления

$$Sh_A = 0,036 \cdot 0,622^{1/3} \cdot 4982^{0,8} = 27,89$$

для вакуумной камеры

$$Sh_V = 0,036 \cdot 0,622^{1/3} \cdot 298956^{0,8} = 737,99$$

Коэффициент конвективного теплообмена h_m найдем из выражения критерия Шервуда

$$Sh = \frac{h_m \cdot L}{D_{AB}} \quad (8)$$

выразим его из выражения (8), получим для атмосферного давления

$$\begin{aligned} h_m^A &= \frac{Sh_A \cdot D_{AB}}{L} = \frac{27,89 \cdot 2,6 \cdot 10^{-5}}{0,8} = \\ &= 9,06 \cdot 10^{-4} \text{ м/с} \end{aligned}$$

для вакуумной камеры соответственно

$$\begin{aligned} h_m^V &= \frac{Sh_V \cdot D_{AB}}{L} = \frac{737,99 \cdot 2,6 \cdot 10^{-5}}{0,8} = \\ &= 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ м/с} \end{aligned}$$

Определим концентрацию паров воды у поверхности экструдатов и в окружающем воздухе. У поверхности экструдированного продукта воздух насыщенный и имеет относительную влажность 100% . Соотношение между относительной влажностью, температурой насыщения и парциальным давлением водяного пара запишется как [10]:

$$P_A = \phi \cdot P_{нас} \quad (9)$$

где P_A – парциальное давление водяного пара при атмосферном давлении, Па;

ϕ – относительная влажность воздуха, %;

$P_{нас}$ – давление насыщенного пара, Па

Из таблиц для водяного пара давление насыщения при температуре воздуха 25 °С равно $P_{нас} = 3169$ Па; давление насыщения водяного пара вблизи поверхности экструдированного продукта при примерной температуре 60 °С равно $P_{пов.нас} = 19932$ Па.

1) Произведем расчет концентрации водяного пара при выбросе экструдированного продукта в атмосферный воздух:

а) Концентрация водяного пара у поверхности экструдированного продукта:

$$C_{As} = \frac{M_w \cdot P_{пов.нас}}{R_u \cdot T} = \frac{18 \cdot 19932}{8,314 \cdot 10^3 \cdot 333} = 0,13 \text{ кг/м}^3 \quad (10)$$

где M_w – молярная масса воды, г/моль;

R_u – универсальная газовая постоянная, Дж/(Кмоль · град);

T – температура, °К.

б) Концентрация водяного пара в воздухе над экструдированным продуктом при относительной влажности воздуха $\phi_\infty = 60\%$:

$$C_{A\infty} = \frac{M_w \cdot \phi_\infty \cdot P_{нас}}{R_u \cdot T} = \frac{18 \cdot 0,60 \cdot 3169}{8,314 \cdot 10^3 \cdot 298} = 0,014 \text{ кг/м}^3 \quad (11)$$

Теперь рассчитаем скорость испарения воды по формуле (4):

$$\dot{m}_A = h_m^A A(C_{As} - C_{A\infty}) = 9,06 \cdot 10^{-4} \cdot 0,64 \cdot (0,13 - 0,014) = 6,726 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (12)$$

2) Произведем расчет концентрации водяного пара при выбросе экструдированного продукта в вакуумную камеру экструдера:

а) Концентрация водяного пара у поверхности экструдированного продукта:

$$C_{As} = \frac{M_w \cdot P_{пов.нас}}{R_u \cdot T} = \frac{18 \cdot 19932}{8,314 \cdot 10^3 \cdot 333} = 0,13 \text{ кг/м}^3 \quad (13)$$

б) Концентрация водяного пара в воздухе над экструдированным продуктом при относительной влажности воздуха $\phi_\infty = 5\%$ в вакуумной камере:

$$C_{A\infty} = \frac{M_w \cdot \phi_\infty \cdot P_{нас}}{R_u \cdot T} = \frac{18 \cdot 0,05 \cdot 3169}{8,314 \cdot 10^3 \cdot 298} = 1,151 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3 \quad (14)$$

Теперь рассчитаем скорость испарения воды по формуле (4), видоизменив для вакуумной камеры:

$$\dot{m}_V = h_m^V A(C_{As} - C_{A\infty}) = 2,4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,64 \cdot (0,13 - 0,00115) = 1,979 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (15)$$

В итоге получим разницу в скорости испарения влаги с поверхности экструдированного продукта при атмосферном давлении и вакууме:

$$\frac{\dot{m}_V}{\dot{m}_A} = \frac{1,979 \cdot 10^{-3}}{6,726 \cdot 10^{-5}} = 29,423 \quad (16)$$

Выводы

Получено теоретическое описание зависимостей процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой. Опираясь на уравнения первого закона Фика, состояния идеального газа и теорию подобия был рассчитан конвективный массообмен влаги в атмосферных условиях экструдирования и применении вакуумной камеры экструдера. При этом скорость испарения влаги с поверхности экструдированного продукта при использовании вакуумной камеры возрастает примерно в 30 раз, что оправдывает ее применение для увеличения скорости сушки экструдата и увеличению его пористости вследствие взрывного испарения воды при увеличенном градиенте давления между камерами.

Список литературы

1. Остриков, А.Н. Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова и др. – СПб.: Проспект науки, 2007. – 202 с.
2. Курочкин, А.А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94–99.
3. Курочкин, А.А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического

- решения/А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Нива Поволжья.– 2014.– № 30.– С. 70–76.
4. 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, № 20011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25.– 6 с.
 5. Курочкин, А.А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 70–74.
 6. Курочкин, А.А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью // А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2014.– № 6 (22) .– С. 109–114.
 7. Курочкин, А.А. Технология производства кормов на основе термо-вакуумной обработки отходов с/х производства /А. А. Курочкин, Д.И. Фролов//Инновационная техника и технология.–2014.– № 4. С. 36–40.
 8. Фролов, Д.И. Повышение питательности экструдированных кормов для животных / Д.И. Фролов, В.А. Никишин // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 98–101.
 9. Буланов, Н.В. Взрывное вскипание диспергированных жидкостей: Дис. ... д-ра физ.– мат. наук: 01.04.14/ Буланов Николай Владимирович.– Екатеринбург, 2001.– 284 с.
 10. A two-phase mixture model of liquid-gas flow and heat transfer in capillary porous media – I. Formulation / Chao-Yang Wang, C. Beckermann // Int. J. Heat Mass Transfer.– 1993.– Vol. 36.– No.11.– P.2747–2758.

THEORETICAL DESCRIPTION OF THE EXPLOSIVE EVAPORATION WATER IN AN EXTRUDER TO A VACUUM CHAMBER

D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina

Today, products manufactured on the basis of raw materials of plant origin using thermoplastic extrusion produced a lot, ranging from breakfast cereals and ending animal feeds. Of all the macrostructures porous is of greatest interest in the production of functional additives to bakery products. For extrudates porous macrostructure use short uncooled die at the exit of the melt through a die is a sharp release of pressure that leads to explosive evaporation of water and formation of a porous macrostructure. When determining the characteristics of the explosion the greatest difficulties arise when considering the transition process fluid in a superheated state followed by a detonation of boiling liquid. When liquid evaporates much of the heat energy spent in the overheating of the liquid is converted into mechanical energy of compression and the kinetic energy of moving liquid-vapor mixture, due to which a porous structure. In addition to the explosive evaporation of free water moisture content of the extrudate is reduced by drying by convective mass transfer. Based on the equation of Fick's first law, the ideal gas law and the theory of similarity was calculated convective mass transfer of moisture in the atmospheric conditions of extrusion and the application of the vacuum chamber of the extruder. The rate of evaporation of moisture from the extruded product by using the vacuum chamber is increased about 30 times that justify its use for increasing the drying rate of the extrudate and increases its porosity due to explosive evaporation of water at an increased pressure gradient between the chambers.

Keywords: extrudate, vegetable raw materials, moisture, expansion coefficient.

References

1. Ostrikov, A.N. extrusion technology products / A.N. Ostrikov, G.A. Magomedov, N. M. Derkanosova et al.– SPb .: Science Prospect, 2007.– 202 p.
2. Kurochkin, A.A. Adjusting the structure of the extrudates starch grain material / A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronin // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2013.– № 4.– S. 94–99.
3. Kurochkin, A.A. Simulation of the process of obtaining extrudates based on new technological solutions / A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronin // Volga Niva.– 2014.– № 30.– S. 70–76.
4. Patent 2460315 Russian Federation A23L1 IPC / 00. A method of producing extrudates /G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronin G.V. Auror, P.A. Erushov, № 20011107960; appl. 01.03.2011; publ. 10.09.2011, Bull. № 25.– 6.

5. Kurochkin, AA The extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronin // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2014.– № 4.– S. 70–74.
6. Kurochkin, A.A. The resulting extrudate of starch grain and raw materials with a given porosity // A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // HHI century: the results of the past and the present problems of a plus.– 2014.– № 6 (22) .– S. 109–114.
7. Kurochkin, A.A. feed production technology based on thermo-vacuum treatment of waste / agricultural production / A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // innovative engineering and technology.–2014.– № 4. C. 36–40.
8. Frolov, D.I. fortification extruded animal feed / D.I. Frolov, V.A. Nikishin // Collection of scientific works Sworld. T. 2014. 7. № 4. C. 98–101.
9. Bulanov N.V. Explosive boiling dispersed liquid: Dis. ... Dr. Sci. Sciences: 01.04.14 / Bulanov Nikolai Vladimirovich.– Yekaterinburg, 2001.– 284 p.
10. A two-phase mixture model of liquid-gas flow and heat transfer in capillary porous media – I. Formulation / Chao-Yang Wang, C. Beckermann // Int. J. Heat Mass Transfer.– 1993.– Vol. 36.– No.11.– P.2747–2758.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 633.11 «324»:633.1

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

В. А. Варламов

В работе представлена технологическая оценка зерна озимой пшеницы сорта Безенчукская 380 в зависимости от предшественников и доз минерального питания. Изучены масса, стекловидность, число падения, массовая доля белка, массовая доля сырой клейковины и ее качество, выравненность зерна и выход муки в зависимости от предшественников и доз минерального питания. Проведена энергетическая и экономическая оценка изученных приемов возделывания озимой пшеницы.

Ключевые слова: зерно, предшественники, удобрения, стекловидность, натура, клейковина, белок, выход муки.

Введение

Науке и практике хорошо известно, что качество зерна формируется в поле при возделывании, где огромную роль играют как наследственные признаки, так и комплекс почвенно-климатических и агротехнических условий. Многолетние бобовые травы представляют наиболее доступное агротехническое средство повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Улучшая агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы, бобовые травы становятся лучшими предшественниками для всех культур севооборота [3].

Предшественники оказывают существенное влияние на урожайность, технологические и хлебо-

пекарные свойства зерна пшеницы. В связи с этим в каждой почвенно-климатической зоне правильный выбор предшественников позволяет не только увеличить урожайность, но и получать зерно высокого качества [1, 2].

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на опытном поле ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА». Годы исследований характеризовались как достаточно увлажненные ($ГТК > 1,0$). Решение поставленных задач проводилось в двухфакторном полевом опыте на посевах многолетних трав и их смесей 10 года жизни

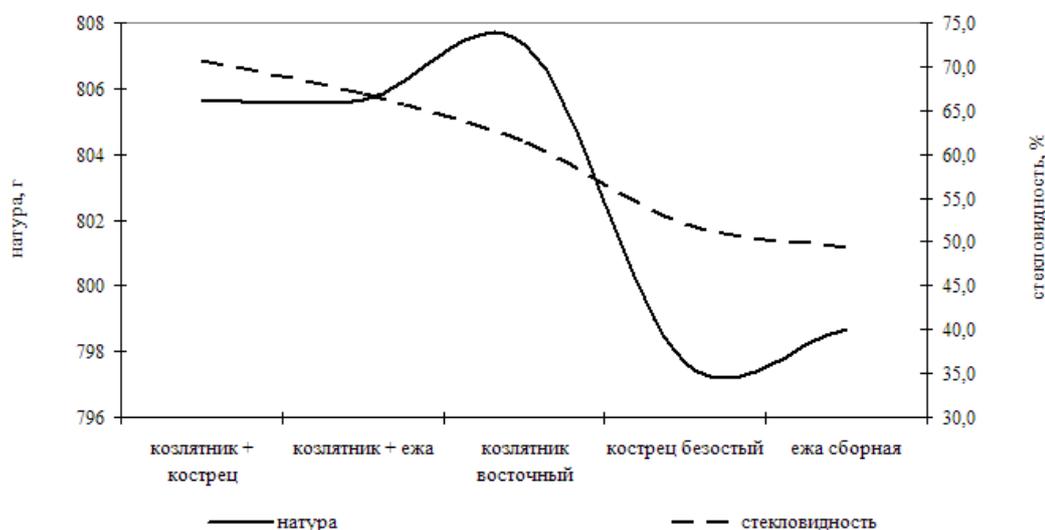


Рис. 1. Влияние предшественников на натура и стекловидность зерна озимой пшеницы (среднее за 3 года)

Таблица 1 – Технологические свойства зерна озимой пшеницы

Предшественник	Фон минерального питания	Натура, г/л	Стекловидность, %	Число падения, с
Козлятник + коострец	без удобрений	803	62	255
	N ₆₀	802	76	275
	N ₆₀ P ₆₀	812	73	288
Козлятник + ежа	без удобрений	805	66	238
	N ₆₀	805	70	262
	N ₆₀ P ₆₀	807	65	281
Козлятник восточный	без удобрений	807	56	220
	N ₆₀	808	62	251
	N ₆₀ P ₆₀	807	66	251
Кострец безостый	без удобрений	793	49	194
	N ₆₀	800	52	216
	N ₆₀ P ₆₀	800	55	222
Ежа сборная	без удобрений	793	45	169
	N ₆₀	800	53	177
	N ₆₀ P ₆₀	803	57	175

ни. Повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое, площадь делянки 25 м².

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 6,5–6,8%, подвижного фосфора (по Чирикову) – 103–108 мг, обменного калия – 123–132 мг на 1 кг почвы, обеспеченность подвижными формами молибдена, бора, марганца, меди, цинка и кобальта низкая, рН_{сол.} – 5,1–5,4.

Объект исследований – зерно озимой пшеницы сорта Безенчукская 380.

Схема опыта представлена в таблицах.

Результаты и их обсуждение

Качество зерна пшеницы – понятие комплексное. Оно включает ряд показателей, характеризующих его мукомольные и хлебопекарные свойства.

Один из наиболее распространенных показателей технологических свойств пшеницы – натура зерна. В наших исследованиях наибольшая натура получена по пласту козлятника восточного – 807 г/л, что всего лишь на 0,2% выше, чем по пласту смесей (рис. 1).

В среднем за 2 года наибольшая натура отмечена в варианте с использованием в качестве предшественника смеси козлятник + коострец на фоне внесения N₆₀P₆₀ – 812 г/л, что лишь на 1,1% больше чем без применения удобрений. Наименьшая натурная масса отмечена при использовании злаковых предшественников (табл. 1).

Следует отметить, что внесение минеральных удобрений не оказало значительного влияния на величину натурности. Так, использование удобрений

в дозе N₆₀P₆₀ привело к увеличению данного показателя в среднем на 0,2–1,3%.

В среднем за 2 года исследований наибольшая стекловидность получена по пласту смеси козлятник + коострец – 71%, что на 6,0% больше чем по пласту козлятник + ежа и на 16,4% – чем по пласту козлятника восточного. Наибольшая стекловидность зерна озимой пшеницы отмечена при использовании минеральных удобрений по пласту смеси козлятник + коострец – 75%, что на 7,1–15,4% больше, чем по пласту смеси козлятник + ежа и на 13,6–21,0% – чем по пласту козлятника восточного. Наименьший показатель стекловидности нами отмечен по злаковым предшественникам – 40–55%.

Регрессионный анализ показал, что стекловидность зерна озимой пшеницы коррелирует с массой 1000 зерен:

$$Y = -14,3 + 2,03 x,$$

где Y – стекловидность (в диапазоне 41–78%), x – масса 1000 зерен (в интервале 32,2–40,9 г).

При этом коэффициент корреляции составил 0,64, что указывает на умеренно прочное отношение между переменными. Кроме того нами обнаружено тесное взаимодействие между стекловидностью зерна (x) и массовой долей сырой клейковины (Y). Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = 7,12 + 0,24 x,$$

r = 0,76 (массовая доля сырой клейковины 17,3–27,0%).

Согласно ГОСТ Р 52554–2006 «Пшеница. Технические условия» по стекловидности пшеница, выращенная по пласту смесей и козлятника восточного с применением минеральных удобрений, соответствует второму классу качества (> 60%),

а по пласту злаковых трав и козлятнику восточному без использования удобрений – третьему классу качества во все годы исследований. По показателю «натура» озимая пшеница соответствует второму классу качества (> 750 г/л) по всем вариантам опыта и годам исследования.

Числопаденияхарактеризуетамилитическую активность зерна. Число падения менее 200 секунд в среднем за 2 года имеет зерно озимой пшеницы по пласту ежи сборной 169–177 с. Наибольшее число падения 288 секунд получено при использовании в качестве предшественника смеси козлятник + коострец с внесением минерального питания в дозе $N_{60}P_{60}$. Без применения удобрений данный показатель снижался по всем изучаемым предшественникам в среднем на 3,5–18,1%.

Следует отметить, что по пласту смесей показатель числа падения без внесения удобрений оставался достаточно высоким и составлял в среднем за 2 года 238 и 255 секунд.

Минеральные удобрения оказали значительное влияние на качество и количество сырой клейковины в зерне озимой пшеницы (рис. 2). Так, в среднем за 2 года исследований наибольшая массовая доля сырой клейковины получена при использовании минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ 23,3%, что на 5,1% больше, чем при внесении N_{60} и на 8,6% – на контрольном варианте.

Внесение минеральных удобрений привело к росту величины качества клейковины с 102 ед. на контроле до 108 на вариантах с использованием азота в дозе 60 кг д.в./га и до 113 ед. с внесением $N_{60}P_{60}$.

Таким образом, по содержанию массовой доли сырой клейковины на вариантах по пласту смесей зерно пшеницы соответствовало третьему классу качества во все годы исследований. По пласту козлятника восточного зерно соответствовало третьему классу качества лишь в варианте с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ –

24,2–24,7%, тогда как в варианте с использованием только азота и без внесения минерального питания данный показатель соответствовал четвертому классу качества и составил 20,3–22,3%. По пласту злаковых трав зерно пшеницы содержало менее 23% сырой клейковины, что позволило отнести его к четвертому классу качества.

Нами установлена тесная взаимосвязь между содержанием массовой доли сырой клейковины и содержанием белка ($r = 0.91$), которая описывается следующим уравнением:

$$Y = 4,46 + 0,32x,$$

где Y – массовая доля белка (в интервале 10,08–12,95%), x – массовая доля сырой клейковины (в интервале 17,5–27,0%) .

Минеральные удобрения способствовали росту белковости зерна озимой пшеницы. Так, внесение азота в дозе 60 кг д.в./га привело к увеличению содержания белка в среднем на 2,6%, а азота и фосфора – на 6,7% (рис. 3) .

Предшественники оказали значительное влияние на содержание массовой доли белка в зерне. Так, в среднем за два года исследований данный показатель был наибольшим при возделывании озимой пшеницы по пласту смеси козлятник + коострец – 12,55%. Далее следует пласт смеси козлятник + ежа – 12,36% и козлятника восточного с массовой долей белка 12,33%. Наименьшее содержание белка отмечено в вариантах по пласту злаковых трав – 10,62–10,71%.

Посев озимой пшеницы по пласту смесей и монопосева козлятника восточного способствовал формированию массовой доли белка в зерне больше 12%, как на фоне внесения минеральных удобрений, так и в контрольных вариантах, что позволяет отнести его согласно ГОСТ Р 52554–2006 к третьему классу качества. По злаковым предшественникам массовая доля белка была

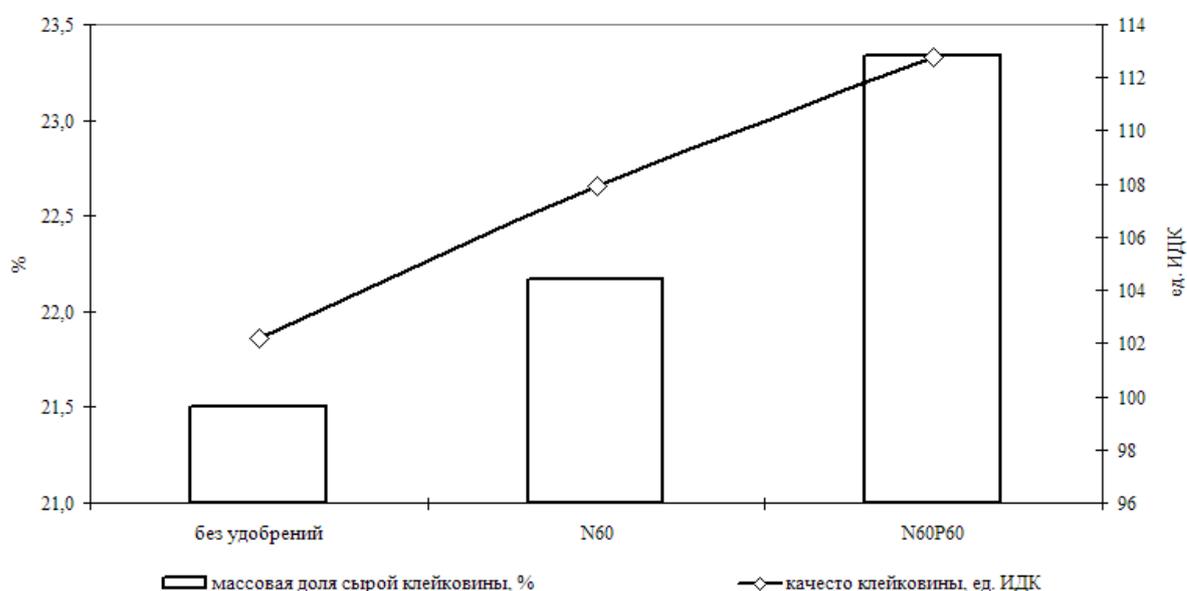


Рис. 2. Влияние минерального питания на количество и качество сырой клейковины (среднее за 2 года)

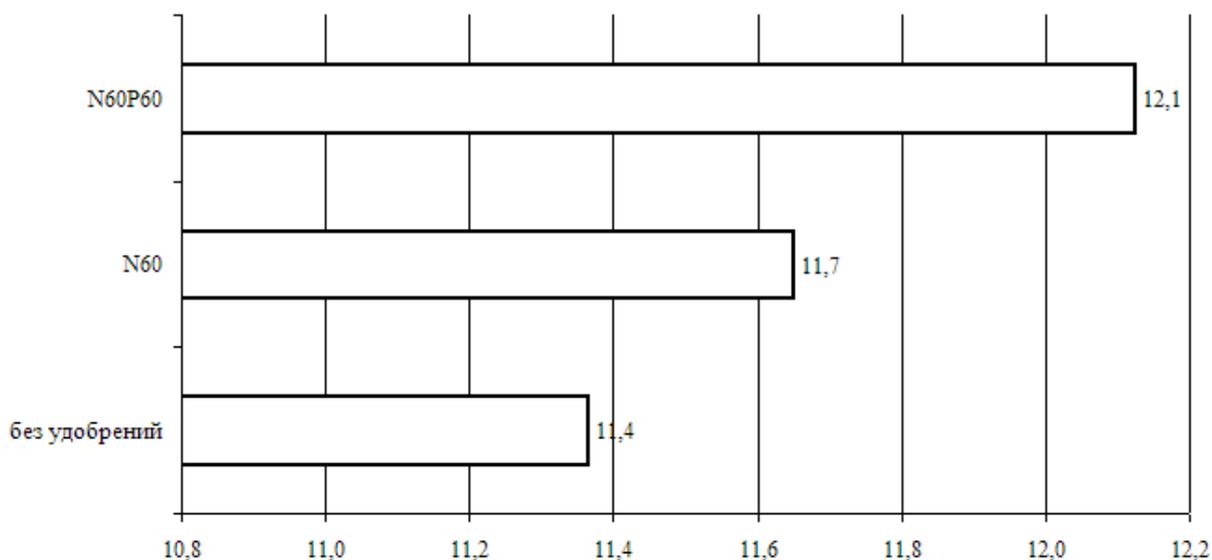


Рис. 3. Влияние минерального питания на содержание массовой доли белка (среднее за 2 года), %

в пределах от 10,08 до 11,75% и соответствовала четвертому классу.

Выравненность, или однородность зерна по размеру, является важным показателем качества. Чем однороднее зерно по размеру, или чем более оно выравненное, тем меньше бывает потерь при переработке и тем лучше качество вырабатываемых продуктов. Это относится к переработке зерна в муку и особенно в крупу.

Изучение выравненности зерна озимой пшеницы показало, что в среднем за два года наибольший показатель получен по пласту козлятник восточного – 85,5% (рис. 4). Пласт травосмесей способствовал формированию несколько меньшей выравненности зерна – 81,7–84,3%. Наименьшей выравненностью характеризовалось зерно по пласту ежи сборной – 78,5%.

По выходу муки отмеченные выше закономерности полностью сохраняются. Так,

в среднем за два года наибольший выход муки 79,1% получен по пласту козлятника восточного, что на 3,1% больше, чем по пласту смеси козлятник + ежа и на 4,4% – по пласту смеси козлятник + коострец. По пласту злаковых трав отмечены наименьшие показатели выхода муки – 74,2–75,5%.

Применение минеральных удобрений также повлияло на величину выравненности и выхода муки. В среднем за два года исследований наибольшая выравненность зерна получена в варианте без внесения удобрений – 83,9% (рис. 5). Внесение азотных удобрений в дозе 60 кг д.в./га привело к снижению данного показателя на 2,2%, а в дозе N₆₀P₆₀–4,6%. Данный факт, по-видимому, связан с увеличением количества более мелкого зерна из боковых побегов.

Проведенный регрессионный анализ показал, что выравненность (Y) имеет среднюю взаимосвязь с такими показателями, как продуктивная

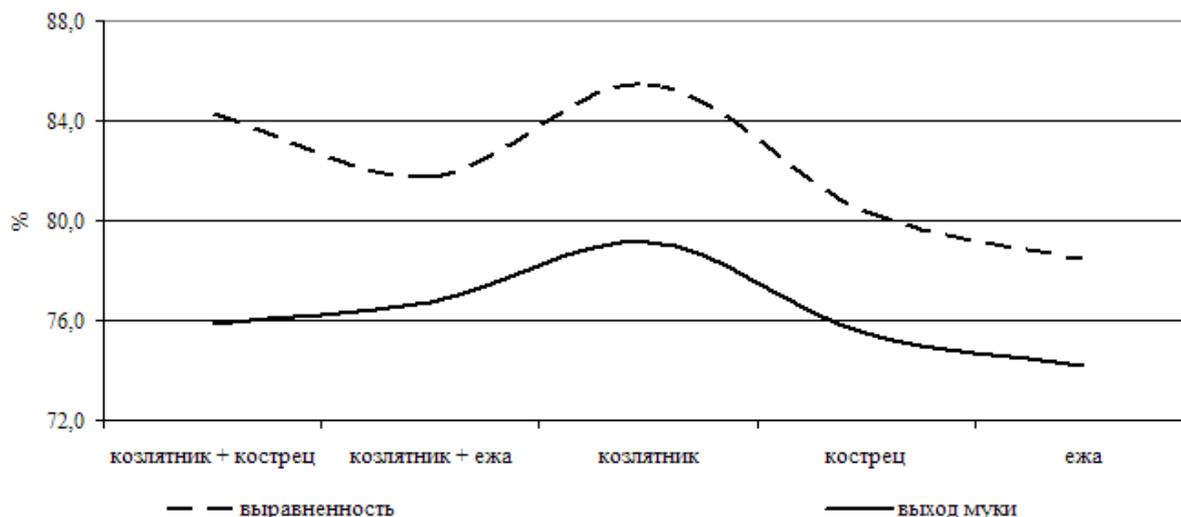


Рис. 4. Влияние предшественников на выравненность зерна и выход муки, %

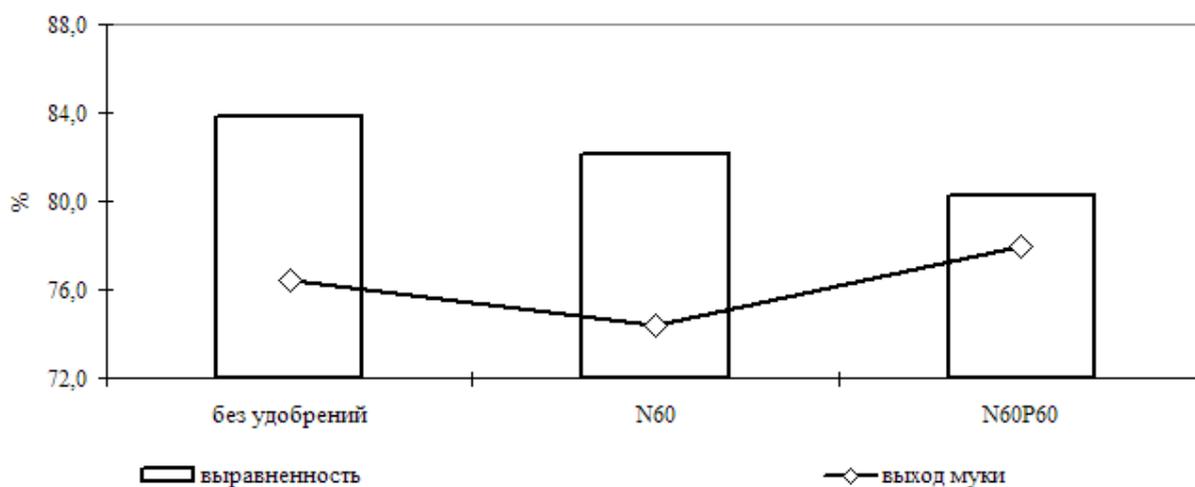


Рис. 5. Влияние минерального питания на выравненность и выход муки, %

кустистость (x) и число зерен в колосе (x_1) и описывается следующими уравнениями:

$$Y = 65,5 + 8,68x, r = 0,64;$$

$$Y = 66,8 + 0,70 x_1, r = 0,51;$$

Выравненность зерна в интервале 76,5–91,1%, продуктивная кустистость – 1,43–2,19 и количество зерен в колосе – 17,19–25,43 шт.

Минеральные удобрения также оказали определенное влияние на выравненность зерна и выход муки. Внесение минеральных удобрений способствовало снижению выравненности зерна озимой пшеницы. Так, в среднем за два года, использование азота в дозе 60 кг д.в./га уменьшило данный показатель на 2,2% по сравнению с контрольным вариантом, а в дозе $N_{60}P_{60}$ – 4,6%. Наибольшая выравненность зерна получена в варианте без внесения минеральных удобрений – 83,9%.

Наибольший выход муки получен при внесении азотно-фосфорных удобрений – 78,0%, что на 2,1% больше контрольного варианта. Наименьший выход муки отмечен при использовании азота в дозе 60 кг д.в./га – 74,4%.

Наибольшая выравненность зерна получена при использовании в качестве предшественника пласта смеси козлятник + кострец без применения удобрений – 87,7% (табл. 2). Несколько меньшая выравненность зерна получена по пласту козлятника восточного без внесения минерального питания – 87,3%, далее следует пласт смеси козлятник + ежа – 84,3%.

Наибольший выход муки в среднем за 2 года получен при выращивании озимой пшеницы по пласту козлятника восточного при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ – 82,5%. По пласту многолетних смесей данный показатель на фоне азотно-фосфорного питания составил 76,5%,

Таблица 2 – Выравненность и выход муки из зерна озимой пшеницы

Предшественник	Фон минерального питания	Выравненность, %	Выход муки, %	Выход муки, т/га
Козлятник + кострец	без удобрений	87,8	76,0	3,41
	N_{60}	81,9	75,0	3,04
	$N_{60}P_{60}$	83,2	76,5	3,19
Козлятник + ежа	без удобрений	84,3	78,2	3,42
	N_{60}	83,0	75,5	2,89
	$N_{60}P_{60}$	77,9	76,5	3,04
Козлятник восточный	без удобрений	87,3	79,3	3,38
	N_{60}	86,5	75,5	2,67
	$N_{60}P_{60}$	82,7	82,5	3,01
Кострец безостый	без удобрений	80,6	74,0	1,46
	N_{60}	80,6	73,5	1,96
	$N_{60}P_{60}$	80,1	79,0	2,35
Ежа сборная	без удобрений	79,5	74,5	1,34
	N_{60}	78,6	72,5	1,67
	$N_{60}P_{60}$	77,4	75,5	1,94

что на 7,8% ниже, чем по пласту монопосева козлятника восточного.

Регрессионный анализ показал, что качество клейковины зависит от выравненности зерна и описывается следующим уравнением:

$$Y = 187 - 0,96x,$$

где Y – качество клейковины (в диапазоне 95–118 ед.), x – выравненность зерна (в диапазоне 76,5–91,1%), коэффициент корреляции составляет – 0,59, что указывает на среднюю обратную связь между переменными.

Однако выход муки в абсолютном отношении был наибольшим без применения удобрений по пласту травосмеси козлятник + кострец и козлятник + ежа 3,42 и 3,41 т/га соответственно, что на 6,9–12,5% больше, чем при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$. Данная закономерность отмечена и по пласту козлятника восточного. Для злаковых предшественников напротив, использование минеральных удобрений способствовало росту выхода муки: по пласту

костреца безостого увеличение данного показателя составило в среднем в 1,6 раза, по пласту ежи сборной – 1,4 раза. Следует отметить, что абсолютный выход муки в основном определялся урожайностью зерна.

Нами установлена взаимосвязь между выходом муки и выравненностью зерна ($r = 0,53$). Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = -5,30 + 0,096x,$$

где Y – выход муки (в интервале 1,89–3,42 т/га), x – выравненность зерна (в диапазоне 76,5–91,1%).

Выводы

Анализ энергетической эффективности показал, что лучшим предшественником является пласт травосмеси козлятник + кострец без применения минерального питания: коэффициент энергетической эффективности составил 2,91, чистый энергетический доход – 108,15 ГДж/га с уровнем рентабельности 150,9%.

Список литературы

1. Дулов, М. И. Продуктивность и качество зерна мягкой пшеницы в Поволжье: монография / М. И. Дулов, О. А. Блинова, А. П. Троц. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 216 с.
2. Дулов М. И., Блинова О. А. Влияние способов обработки почвы и азотных подкормок на формирование урожая зерна озимой пшеницы в лесостепи Поволжья / М. И. Дулов, О. А. Блинова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2006. – № 4. – С. 125–128.
3. Варламов, В. А. Влияние предшественников и минерального питания на хлебопекарные свойства зерна озимой пшеницы / В. А. Варламов, Е. Н. Варламова // Нива Поволжья. – 2013. – № 27. – С. 14–20.

THE INFLUENCE OF CULTIVATION METHODS ON THE QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN AND ITS PROCESSED PRODUCTS

V. A. Varlamov

The paper presents a technology assessment of winter wheat varieties bezenchukskaja 380 depending on the precursors and doses of mineral nutrition. Studied weight, hardness, falling number, mass fraction of protein mass fraction of wet gluten and the quality, evenness of grain and yield of flour depending on the precursors and doses of mineral nutrition. Conducted energy and economic assessment of the studied methods of cultivation of winter wheat.

Keywords: grain, predecessors, fertilizers, hardness, nature, gluten, protein, flour yield.

References

1. Dulov, M. I. Productivity and grain quality of bread wheat in the Volga region: monograph / M. I. Dulov, A. A. Blinova, P. A. trocz. – Samara: the RITZ Samara agricultural Academy, 2010. – 216 p
2. Dulov M. I. Blinova O. A. Influence of methods of tillage and nitrogen application on yield formation of winter wheat in the forest-steppe of the Volga region / M. I. Dulov, Blinova O. A. // Bulletin of the Samara state agricultural Academy. – 2006. – No. 4. – P. 125–128.
3. Varlamov, V. A. Influence of predecessors and mineral nutrition on baking properties of winter wheat / V. A. Varlamov, E. N. Varlamov // Niva Povolzhya. – 2013. – No. 27. – S. 14–20.

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СЕВООБОРОТОВ

Г. В. Шабурова, С. П. Ломов

Установлены факторы, изменяющие экологическую обстановку микробоценозов. Показано положительное воздействие возделываемых культур, внесения бактериальных удобрений в почву в сочетании с полным минеральным удобрением на развитие агрономически важных групп микроорганизмов.

Ключевые слова: севообороты, выщелоченные черноземы, возделываемые культуры, бактериальные удобрения, инертный гумус, лабильный гумус.

Введение

Севооборот в интенсивном земледелии остается одним из немногих естественных способов регулирования почвенных процессов, параметрами и соотношением которых определяется уровень почвенного плодородия [1, 2].

Целью исследования являлось изучение влияния факторов, изменяющих экологическую обстановку микробоценозов.

Объекты и методы исследований

Продуктивность и плодородие черноземов изучены в восьмипольном зернофуражном севообороте изучали с учетом влияния трех фонов:

- вариант 1 – солома + бактериальное удобрение;
- вариант 2 – солома + бактериальное удобрение + $N_{30} P_{30} K_{30}$;

– вариант 3 – солома + бактериальное удобрение + $N_{60} P_{60} K_{60}$).

В качестве бактериального удобрения была использована культура diaзотрофных бактерий, принадлежащих к роду *Flavobacterium*.

Отбор образцов почвы осуществляли трижды за вегетационный период в зависимости от этапов органогенеза выращиваемой культуры из пахотного горизонта 0...30 см. Повторность анализов трехкратная.

Изучали различные свойства почвы и ее микробный ценоз. При этом учитывали численность основных эколого-трофических групп почвенной микрофлоры, связанных с процессами разложения растительных остатков и минерализации перегноя, общепринятыми методами [3].

Для объективной оценки гумусного состояния почв рассчитывали относительно инертную и относительно лабильную части гумуса с помощью коэффициента регрессии [4].

Таблица 1 – Гумусное состояние выщелоченных черноземов

Культура	Вариант опыта	Слой, см	Гумус	Физическая глина, %	Относительно инертный гумус, %	Относительно лабильный гумус, %
Тритикале	1	0...30	6,67	56,5	6,21	0,46
		30...50	6,10	57,9	6,35	-0,25
	2	0...30	6,61	55,8	6,11	0,50
		30...50	6,99	53,4	5,88	1,11
	3	0...30	6,32	57,0	6,27	0,05
		30...50	6,68	54,1	5,97	0,71
Горох	1	0...30	5,50	57,0	6,26	-0,76
		30...50	5,94	57,9	6,34	-0,40
	2	0...30	6,27	55,7	6,17	0,10
		30...50	6,35	55,0	6,08	0,27
	3	0...30	6,43	56,4	6,21	0,22
		30...50	6,13	55,3	6,10	0,03

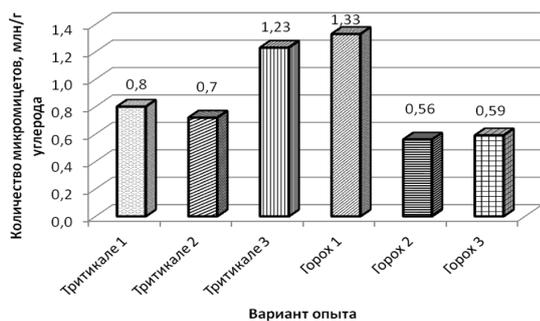


Рис. 1. Количество микромицетов в почве в зависимости от варианта опыта

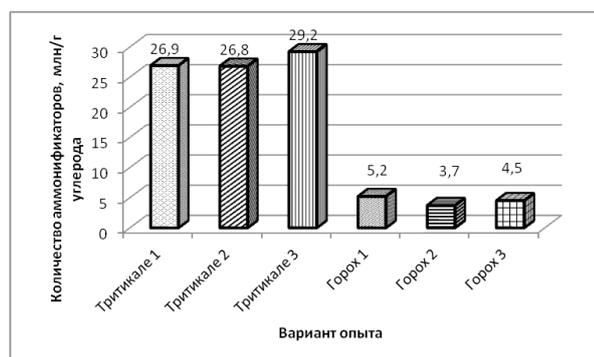


Рис. 2. Количество аммонификаторов в почве в зависимости от варианта опыта

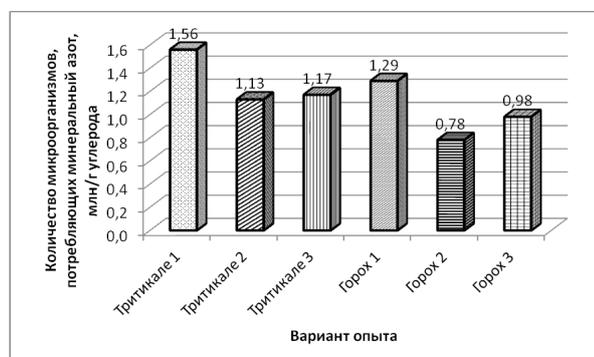


Рис. 3. Количество микроорганизмов в почве, потребляющих минеральный азот, в зависимости от варианта опыта

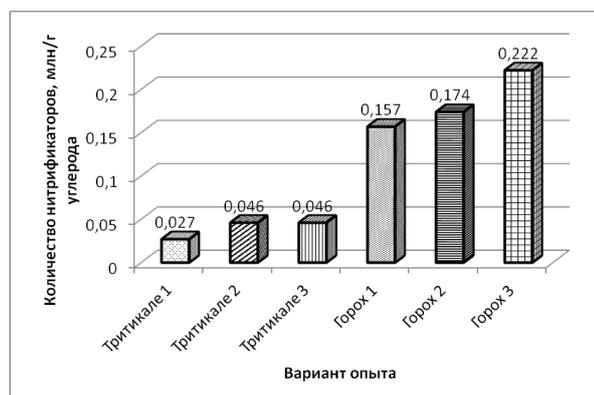


Рис. 4. Количество нитрификаторов в почве в зависимости от варианта опыта

Результаты и их обсуждение

Потенциальная и гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований, степень насыщенности основаниями в значительной мере характеризуют выщелоченные черноземы (по опорным разрезам) на фоне удовлетворительной макроагрегированности и хорошей микроагрегированности пахотного и подпахотного слоев. Гранулометрический состав – средне- и тяжелосуглинистый. Пределы варьирования содержания общего гумуса в почвах на делянках с тритикале составили 5,97...6,62% для пахотного слоя и 5,73...6,64% – для подпахотного. На делянках с горохом отмечали меньшее содержание гумуса в пахотном слое – 5,15...6,02% и 5,89...6,0% – в подпахотном. В том и другом случае на большинстве делянок заметна «выпаханность» пахотного слоя в сравнении с подпахотным.

Полученные данные (табл. 1) свидетельствуют о большой вариабельности стабильной и лабильной частей гумуса.

Под тритикале наиболее благоприятные соотношения стабильной и лабильной частей гумуса оказались в вариантах 2 и 3. Подпахотный слой выделялся меньшей выпашанностью, чем пахотный, о чем свидетельствует практически полное отсутствие лабильного гумуса. В варианте 1 количество лабильного гумуса увеличилось практически до оптимального уровня (0,46%), в то время как в подпахотном наблюдали дефицит лабильного гумуса (0,25%).

Под горохом соотношение стабильной и лабильной частей гумуса недостаточно благоприятное. В варианте 1 как в пахотном, так и в подпахотном слоях отмечен дефицит лабильного гумуса (минус 0,76% и минус 0,40%, соответственно).

Количество микроорганизмов рассчитывали на 1 г углерода, поскольку этот показатель позволяет эффективнее оценить участие микроорганизмов в разложении органических веществ.

На рисунке 1 приведены результаты определения количества микромицетов в почве в зависимости от варианта опыта.

Установлено, что в варианте 1 (на фоне использования соломы и флавобактерина без применения минеральных удобрений) и в варианте 2 (при использовании минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоне использования соломы и флавобактерина) наблюдали практически одинаковое количество микромицетов.

В варианте 3 под тритикале при внесении минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоне использования соломы и флавобактерина количество микромицетов резко возросло (в 1,75 раза).

Под горохом наибольшее количество микромицетов наблюдали в варианте 1, в варианте 2 и 3 их количество значительно ниже (в 2,4 и в 2,3 раза, соответственно).

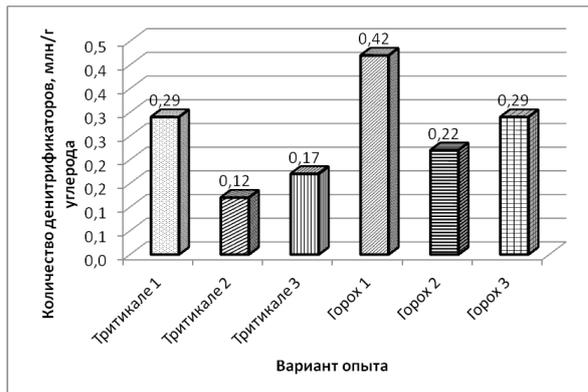


Рис. 5. Количество денитрификаторов в почве в зависимости от варианта опыта

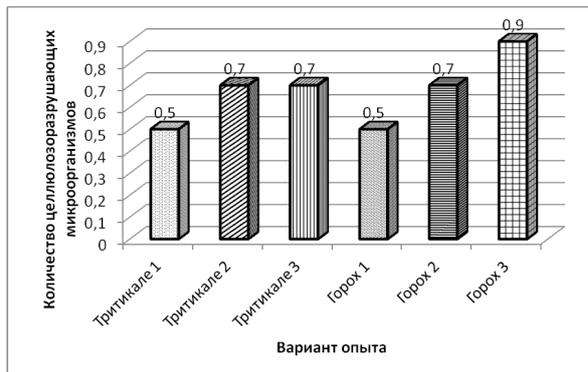


Рис. 6. Количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов в почве в зависимости от варианта опыта

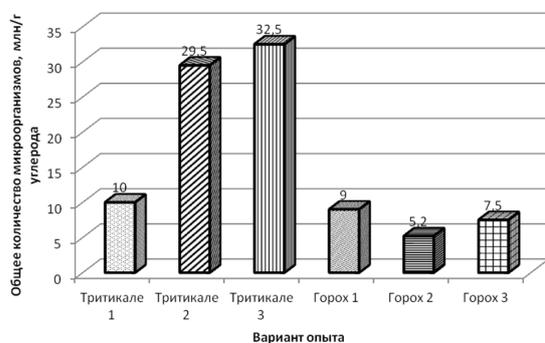


Рис. 7. Общее количество микроорганизмов в почве в зависимости от варианта опыта

Указанная тенденция, вероятно, обусловлена влиянием культуры, в первую очередь.

На рис. 2 приведены результаты определения количества аммонификаторов.

Список литературы

1. Зеленин И. Н. Влияние агротехнических факторов на продуктивность культур в короткоротационном зернопаровом севообороте /И.Н. Зеленин, А.А. Курочкин //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 17–20.
2. Зеленин И. Н. Влияние агротехнических приемов на продуктивность озимой пшеницы и качество зерна/ И.Н. Зеленин, В. И. Елисеев, А. А. Курочкин, Г.В. Шабурова //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 10 (84) . – С. 5–7.
3. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.

При внесении полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ (тритикале, вариант 2) на фоне использования соломы и флавобактерина под тритикале отмечали значительное (в 4,1...4,3 раза) увеличение численности аммонификаторов в сравнении с вариантом 1 (без минеральных удобрений), что объясняется возможным накоплением в этом случае наибольшего количества минерального азота в почве. Под горохом подобного эффекта не отмечали.

На рис. 3 приведены результаты определения количества микроорганизмов, потребляющих минеральные формы азота.

Максимальное количество микроорганизмов, потребляющих минеральные формы азота, наблюдали под обеими культурами в вариантах без минеральных удобрений.

Численность нитрифицирующих бактерий составила от 0,027 до 0,222 млн. клеток в 1 г углерода почвы (рис. 4).

Под тритикале и под горохом нитрифицирующие бактерии значительно активнее развивались при совместном внесении бактериальных и минеральных удобрений.

Наибольшее количество денитрифицирующих бактерий было отмечено в микробоценозе под тритикале в варианте без внесения минеральных удобрений (рис. 5). Большое число денитрификаторов в почве может отрицательно сказаться на азотном балансе почвы.

Внесение минеральных удобрений способствовало росту численности целлюлозоразрушающих бактерий – в среднем в 1,5 раза (рис. 6) .

На рис. 7 приведены результаты определения общего количества микроорганизмов в почве в зависимости от варианта опыта.

Показано, что количество микроорганизмов во всех вариантах опыта находится на более высоком уровне под тритикале.

Выводы

Таким образом, фактором изменяющим экологическую обстановку микробоценозов, являются возделываемые культуры, а также внесение бактериальных удобрений в почву в сочетании с полным минеральным удобрением. При этом установлено их положительное воздействие на развитие агрономически важных групп микроорганизмов.

4. Дьяконова К. В. Оценка почв по содержанию и качеству гумуса как производственных моделей почвенного плодородия. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – С. 26.

THE POSSIBILITY OF IMPROVING SHIFT SOWING CROPS

G. V. Shaburova, S. P. Lomov

The factors that alter the environment microbiocenoses. The positive impact of crops, making bacterial fertilizers in the soil, combined with complete mineral fertilizer in the development of agronomically important groups of microorganisms

Keywords: changing crops, leached chernozem, arable crops, bacterial fertilizers, inert humus, labile humus.

References

1. Zelenin I. N. Influence of agrotechnical factors on the productivity of crops in short grain-fallow crop rotation / I. N. Zelenin, A. A. Kurochkin // Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy. – 2012. – No. 3. – P. 17–20.
2. Zelenin I. N. Effect of agricultural methods on productivity of winter wheat and grain quality / I. N. Zelenin, V. I. Eliseev, A. A. Kurochkin, G. V. shaburova // Bulletin of the Altai state agrarian University. – 2011. – № 10 (84). – S. 5–7.
3. Methods of soil Microbiology and biochemistry / ed. by D. G. Zvyagintsev. – M.: Moscow state University, 1991. – 304 p.
4. Dyakonov K. V. Assessment of soil on the content and quality of humus as production models of soil fertility. – M.: Agropromizdat, 1990. – S. 26.

УДК 631.352.99

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ БОТВОУДАЛЯЮЩЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ

Д. И. Фролов

В работе представлены способы уборки многолетних трав на примере люцерны. Проведен анализ машин для скашивания люцерны, выявлены их преимущества и недостатки. Была предложена модернизация ботвоудаляющей машины, с целью использования ее на посевах люцерны для скашивания с заданной степенью измельчения и укладки в валок регулируемой ширины.

Ключевые слова: ботвоудаляющая машина, листостебельная масса, люцерна.

Введение

В условиях комплексной механизации животноводства большое значение в создании прочной кормовой базы имеют многолетние травы. В кормовых рационах животных необходим определенный уровень белка, при недостатке которого снижается продуктивность животных. Многолетние бобовые травы, такие как люцерна относятся к культурам дающим полноценные белки с содержанием аминокислот лизина, лейцина и др. Многолетние травы используются для получения силоса, сена, заготовок травяной муки и подкормки животных [1–3].

При уборке многолетних трав могут быть применены различные технологии.

Заготовка рассыпного сена (рис. 1) включает следующие операции: кошение, ворошение, сгребание в валки, копнение, перевозку к месту хранения и скирдование.

Ускоренная уборка бобовых трав с плющением

стеблей предусматривает скашивание и плющение травы косилками-плющилками.

Заготовка измельченного сена отличается тем, что провяленную траву во время подбора из валков измельчают и доставляют в хранилища башенного типа для досушивания активным вентилированием.

Заготовка прессованного сена предусматривает прессование пресс-подборщиком из валков травы, просушенной до влажности 20...22%. Тюки подбирают подборщиком-тюкоукладчиком и формируют в штабеля на краю поля.

Уборка сеяных трав с приготовлением сенажа предусматривает подбор и измельчение травы, провяленной до влажности 50...55%, и закладывание ее на хранение в герметические башни или бетонированные траншеи шириной 6...8 м и глубиной 2,5...4 м.

Приготовление витаминной травяной муки осуществляется путем высушивания травы, измельченной при скашивании или при подборе валков,



Рис. 1. Скашивание люцерны для рассыпного сена

в специальных агрегатах (сушилках). Храниться может в порошкообразном состоянии или в виде гранул, приготовленных с применением специального оборудования.

Наиболее трудоемкими операциями при уборке люцерны являются скашивание и подбор. На скашивании многолетних трав широко использовались самоходные косилки-плющилки Е-301, Е-302, Е-303 (рабочая скорость 5,54–6,68 км/ч, производительность основного времени 0,5–0,65 га на 1 метр ширины захвата, рабочая ширина захвата – 4,1 м), но с прекращением их выпуска появилась сложность в поддержании их в рабочем состоянии. Причем потери из-за повышенного среза достигали 5%, что было обусловлено недостаточной степенью копирования рельефа поля.

В последнее время большое распространение получил ротационный дисковый аппарат и соответственно косилки на его основе [4, 5]. Ротационный режущий аппарат представляет из себя брус со смонтированными на нем роторами (тарелками или дисками) и установленными на них режущими ножами. Ножи вращающиеся с большой частотой вращения срезают траву по принципу бесподпороного среза, что позволило существенно повысить рабочую скорость при выполнении среза, почти в 1,5–2 раза, по сравнению с жатками с сегментно-пальцевым режущим аппаратом. Так по этому принципу работают машины фирмы Samazs Z 015, KDF 390 303 (рабочая скорость 7,2–7,57 км/ч, производительность основного времени 0,71 га на 1 метр ширины захвата, рабочая ширина захвата –

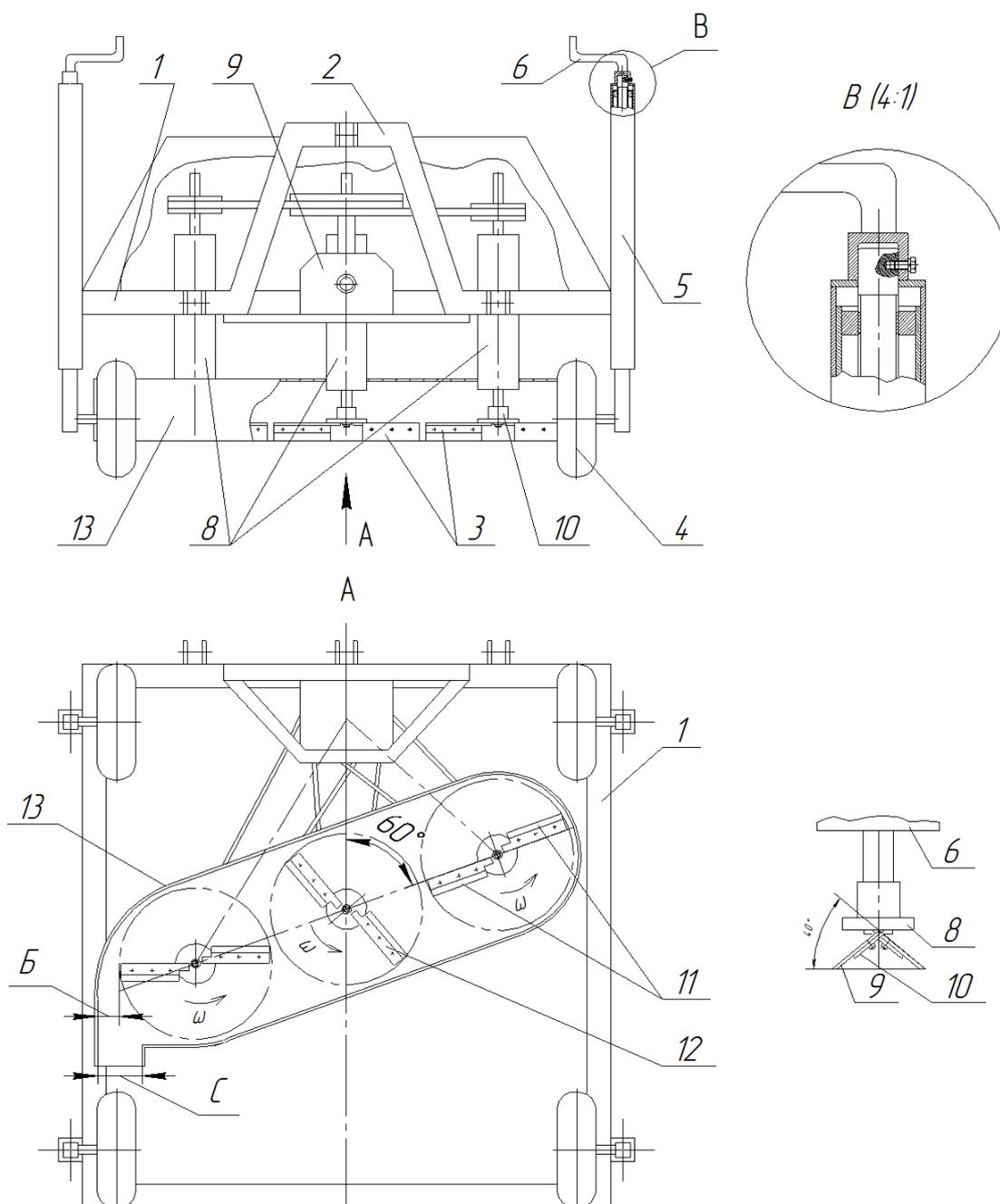


Рис. 2. Ботвоудаляющая машина (патент РФ №2339208)

3,5;3,7 м) и фирмы ZIEGLERA MASINBUVE FS-332303 (рабочая скорость 9,1 км/ч, производительность основного времени 0,86 га на 1 метр ширины захвата, рабочая ширина захвата – 3,2 м) .

При использовании этих машин существенное количество отказов происходило из-за изломов и изгибов ножей роторов – как следствие приводящие к изломам роторов, разрушению подшипников вала ротора, излому ступицы роторов, что говорило о плохой защищенности элементов режущего аппарата от попадания камней.

Для решения проблемы повышения производительности и степени универсальности машин предлагается модернизировать ботвоудаляющую машину с ротационным режущим аппаратом [6, 7] и применить ее для скашивания люцерны.

Целью данной работы являлась модернизация ботвоудаляющей машины с возможностью скашивания посевов люцерны в валок.

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

Объекты и методы исследований

Известна ботвоудаляющая машина [8], содержит раму 1 (рис. 2) с устройством для присоединения к трактору 2 и рабочие органы 3 с вертикальной осью вращения. Рама имеет четыре стойки 5 с механизмом механического регулирования высоты скашивания 6, опирающиеся на пневматические колеса 4. Для передачи крутящего момента с помощью ременных передач 7 на три симметрично расположенных вала 8 на раме 1 установлен кони-

ческий редуктор 9. Вала 8 находятся в вертикальной плоскости расположенной под углом $50^\circ \dots 60^\circ$ к продольной оси рамы 1, при этом средний вал установлен в точке пересечения вертикальной плоскости и оси рамы 1. На нижнем конце каждого вала 8 с помощью фланца 10 смонтированы рабочие органы 3, включающие два кронштейна крепления 12, на которых закреплены ножи 11 под углом 40° к горизонтальной плоскости по ходу их вращения, установленные попарно напротив друг друга на одной горизонтальной оси фланца 10. Ширина каждого ножа 11 равна $1/2$ его длины, а режущая кромка имеет нижнюю заточку. Сверху ножи 11 закрыты кожухом 13, имеющим ботвоотводящее окно, при этом нижняя открытая часть кожуха 13 расположена в одной плоскости с плоскостью резания ножей 11. В местах установки крайних ножей 11 кожух 13 имеет закругление радиусом большим радиуса траектории вращения ножей 11 на 20...25 мм, при этом наибольшее расстояние Б от боковой стенки ботвоотводящего окна до наружной кромки ножа составляет $1/2$ длины ножа. Ширина ботвоотводящего окна С не более ширины междурядья убираемой культуры.

Результаты и их обсуждение

Для модернизации данной машины с целью скашивания люцерны и укладки ее в валок предлагается изменить кожух (рис. 3). Для укладки валка предлагается изменить ширину ботвоотводящего окна, предусмотреть возможность регулирования. С целью увеличения полноты скашивания и адаптации ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны переднюю часть кожуха заменить на гибкую тканевую основу.

Модернизированная ботвоудаляющая машина будет работать следующим образом.

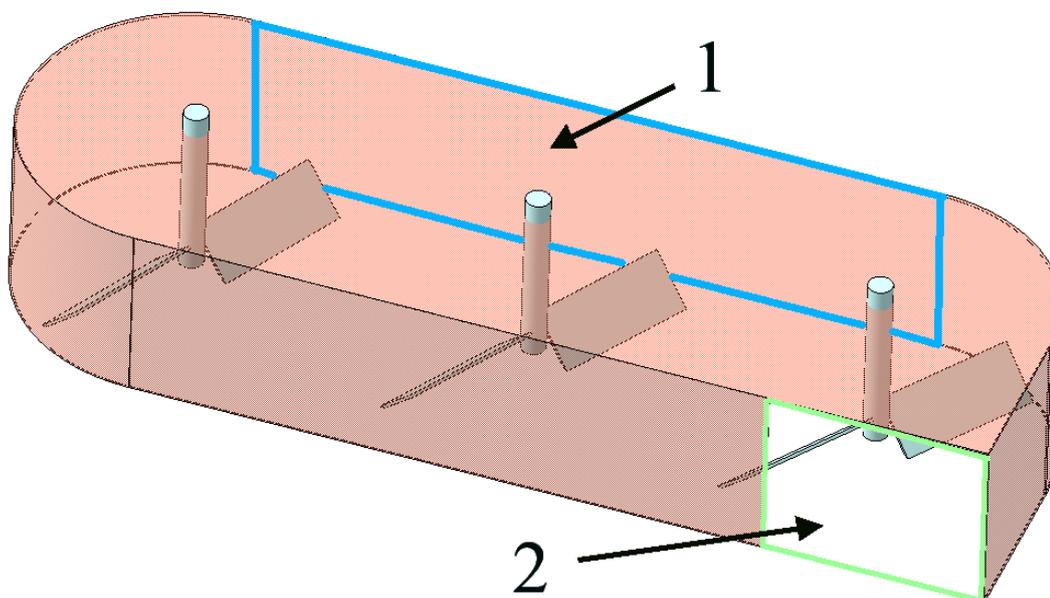


Рис. 3. Модернизация кожуха ботвоудаляющей машины: 1 – Гибкая тканевая основа; 2 – Ботвоотводящее окно.

При движении машины (рис.2) происходит копирование рельефа поля при помощи четырех пневматических колес 4, установленных на стойках 5 с механизмом механического регулирования высоты скашивания 6, которые позволяют регулировать высоту скашивания люцерны.

При вращении рабочих органов 3 машины с определенной частотой вращения [9–12], включающих ножи 11, трава люцерны срезается и измельчается.

При вращении рабочего органа ботвоудаляющего устройства под ним создается разрежение и поток воздуха [13], направленный от земли. Этот поток воздуха втягивает лежащую полегшую люцерну. Одновременно с создаваемым рабочим органом разрежением через щель между кожухом и землей всасывается воздух, при этом на полегшую люцерну начинает действовать еще подъемная сила и аэродинамический момент, которые способствуют поднятию люцерны и подводу ее в зону резания ножей. Элементы ножей, находящиеся на различных расстояниях от вала, вращаются с неодинаковыми скоростями. Вследствие этого ножи с постоянной шириной и углом наклона создают разрежение, изменяющееся по длине ножей. Это приводит к радиальным перемещениям воздуха и срезанной массы люцерны в проточной полости ножей и отвода, что способствует откидыванию срезанной массы к ботвоотводящему окну и укладки ее в рядок.

Благодаря тому, что три симметрично располо-

женных вала 8, находятся в вертикальной плоскости и расположены под углом $50^{\circ} \dots 60^{\circ}$ к продольной оси рамы 1, а средний вал установлен в точке пересечения вертикальной плоскости и оси рамы, происходит перекрытие зон резания рабочих органов 3, что способствует полному скашиванию люцерны по всей ширине грядки.

В местах установки крайних ножей 11 кожух 13 имеет закругление радиусом большим радиуса траектории вращения ножей 11 на 20...25 мм, что позволяет избежать скапливания срезанной массы внутри кожуха 13 и производить ее отвод от рабочих органов к ботвоотводящему окну и укладки в валок нужной ширины.

Выводы

В результате проведенного анализа машин для скашивания было установлено преимущество машин с ротационными рабочими органами при уборке многолетних трав. Была предложена модернизация ботвоудаляющей машины, а конкретно кожуха, с целью использования ее на посевах люцерны для скашивания с заданной степенью измельчения и укладки в валок регулируемой ширины.

В дальнейших исследованиях планируется изучить влияние различных факторов на надежность рабочих органов модернизируемой ботвоудаляющей машины при скашивании люцерны, а также получить оптимальные конструктивные и режимные параметры ее работы.

Список литературы

1. Ларюшин, Н.П. Уборка без задержек/Н. П. Ларюшин, А.М. Ларюшин, Д.И. Фролов//Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 48–49.
2. Фролов, Д.И. Повышение питательности экструдированных кормов для животных / Д.И. Фролов, В.А. Никишин // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 98–101.
3. Ларюшин, А.М. Совершенствование технологии уборки лука / А.М. Ларюшин, Н.П. Ларюшин, Д.И. Фролов // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17–18.
4. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с.
5. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с.
6. Фролов, Д.И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука/Д.И. Фролов, С.В. Чекайкин//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С.158–161.
7. Ларюшин, Н.П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 2. – С. 15–17.
8. Пат. 2339208 Российская Федерация, МПК А 01 D 23/02. Ботвоудаляющая машина / Н.П. Ларюшин, С.А. Сущёв, Д.И. Фролов, А.М. Ларюшин. – № 2007109990/12; заявл. 19.03.2007; опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33. – 8 с.: ил.
9. Фролов, Д.И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 18–23.
10. Ларюшин, Н.П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства

- при лабораторных исследованиях/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Нива Поволжья.– 2008.– № 2 (7) .– С. 46–51.
11. Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины/Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Известия Самарской ГСХА.– 2014.– № 3.– С. 29–33.
 12. Фролов Д. И. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука /Д.И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.–2015.–№ 1 (29) .– С. 120–126.
 13. Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология.– 2014.– № 4. С. 30–35.

APPLICATION MODERNIZED HAULM REMOVAL MACHINE FOR CUTTING ALFALFA

D. I. Frolov

The paper presents the ways of harvesting perennial grasses on example, alfalfa. The analysis of machines for cutting of alfalfa, identified their advantages and disadvantages. It was proposed modernization haulm removal machine in order to use it on alfalfa fields for mowing with a given degree chopping and stacking swath adjustable width.

Keywords: haulm removal machine, cormophyte mass, alfalfa.

References

1. Laryushin, N.P. Cleaning without delay / N.P. Laryushin, A. M. Laryushin, D.I. Frolov // Rural machine operator.–2007.– № 7.– P. 48–49.
2. Frolov, D. I. fortification extruded animal feed / D.I. Frolov, V.A. Nikishin // Collection of scientific works Sworld. T. 2014. 7. № 4.– P. 98–101.
3. Laryushin, A. M. Improvement of onion harvesting technology / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of the International Forum on Science, Technology and Education.– М .: The Academy of Sciences of the Earth, 2007.– P. 17–18.
4. Frolov, D.I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: dissertation of the candidate of technical sciences: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich.– Penza, 2008.– 153 p.
5. Frolov, D.I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: candidate of technical sciences dissertation author's abstract: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich.– Penza, 2008.– 18 p.
6. Frolov, D.I. Reasoning effective parameters of the haulm removing machine on sowings of the onion / D. I. Frolov, S. V. Chekaykin // XXI century: the results of past and present problems plus. 2014.– № 06 (22) .– P.159–162.
7. Laryushin, N.P. Optimal parameters of top removing working member of cutter for leaf-and-stalk mass / N.P. Laryushin, A. M. Laryushin, D.I. Frolov // Tractors and agricultural machines.–2010.– № 2.– P. 15–17.
8. Pat. 2339208 Russian Federation, IPC A 01 D 23/02. Haulm removal machine / N. P. Laryushin, S. A. Suschëv, D. I. Frolov, A. M. Laryushin.– № 2007109990 / 12; appl. 19.03.2007; publ. 27.11.2008, Bull. № 33.– 8 p .: silt.
9. Frolov, D. I. Substantiation of the haulm removing machine operating element rotation optimum frequency / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture.– 2013.– № 3.– P. 18–23.
10. Laryushin, N.P. Substantiation of constructively operation characteristic plant-top removing machine by laboratory research / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Niva Povolzhya.– 2008.– № 2 (7) .– P. 46–51.
11. Frolov, D. I. Modeling the process to removing tops onions Of the haulm removing machine operating element / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture.– 2014.– № 3.– P. 29–33.
12. D. I. Frolov determination of the optimal parameters haulm removing machine for sowing onion /D.I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy.–2015.–№ 1 (29) .– P. 120–126.
13. Frolov, D. I. Analysis of work haulm removing working bodies from optimize the airflow inside the casing / D. I. Frolov // Innovative engineering and technology.– 2014.– № 4.– P. 30–35.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ НОЖЕЙ РЕЖУЩЕГО АППАРАТА БОТВОУДАЛЯЮЩЕЙ МАШИНЫ

Д. И. Фролов, О. Н. Пчелинцева

В представленной работе рассмотрен общий характер работы рабочего органа режущего аппарата ботвоудаляющей машины. Проанализированы траектории движения лезвий ножей рабочего органа. Получена теоретическая зависимость угловой скорости вращения ножей, характеризующая условие среза свободно стоящих стеблей.

Ключевые слова: ботвоудаляющая машина, листостебельная масса, скорость вращения, ножи.

Введение

Специфической особенностью уборки лука является потребность в дозаривании или просушивание луковиц после выкопки [1]. С учетом этой особенности различают два способа уборки: однофазный, при котором ботва обрезается «на корню» [2–4, 8] и двухфазный, при котором лук после подкапывания и частичной сепарации почвы укладывается в валок с последующим механизированным подбором. Удаление ботвы в последнем случае производится после подбора на стационаре.

В последнее время наибольшее применение находят уборочные машины теребильного типа имеющие ряд преимуществ по сравнению с подкапывающими. Однако, качественная работа теребильных машин обеспечивается лишь при надлежащей подготовке поля перед уборкой [5]. Как показали исследования на период уборки засоренность полей достигает 60...70%, высота сорных растений при этом доходит до 50 см [6, 7]. Это объясняется погодными условиями и тем, что время между последней обработкой посевов гербицидами и уборкой проходит две-три недели, что способствует росту сорных растений.

При уборке машинами теребильного типа засоренных посевов, происходит забивание вращающихся элементов теребильного аппарата, что приводит к снижению производительности машины, поломке, и увеличению количества остановок для очистки [9].

Поэтому вопрос о подготовке поля для выкопки лука машинами теребильного типа является актуальным.

Основной задачей при расчете ротационных косилок является определение минимальной скорости, необходимой для перерезания растительного материала. Обычно резание стеблей сопровождается динамическим действием режущего инструмента.

Скорость резания является функцией многих независимых переменных: толщины лезвия, угла заточки и наклона ножа, жесткости и влажности

стебля, высоты резания и т.п., что затрудняет аналитическое решение задачи [10–12].

Целью работы является теоретическое обоснование угловой скорости вращения фланца с ножами, необходимой для перерезания свободно стоящих стеблей без опоры.

Объекты и методы исследований

Для уяснения общего характера работы рабочего органа режущего аппарата ботвоудаляющей машины, состоящего из фланца 2, с закрепленных на нем и расположенных друг напротив друга ножей 1, проанализируем абсолютную траекторию их движения (рис. 1). Во время работы фланец 2 с ножами 1 вращается в горизонтальной плоскости, а машина перемещается поступательно в направлении оси ОХ. Каждая точка лезвия ножа при этом сложном движении описывает циклоиду. Принимая всю длину лезвия aa_1 за активный элемент ножа, получим площадку, ограниченную двумя циклоидами I, со срезанными растениями. Из рис. 1, видно, что соседний нож с лезвием bb_1 срежет растения на площадке, ограниченной циклоидами II.

Верхняя заштрихованная площадка $cdef$, ограниченная циклоидами обоих ножей, определяет площадь холостой работы второго ножа, так как растения, которые стояли на этой площадке, были срезаны первым ножом. На рис. 1 также показана площадка $iegg$ (заштрихованная крестообразно), ограниченная циклоидами I и II, на которой растения не будут срезаны.

Уравнения движения точки a запишутся следующим образом:

$$\begin{cases} x_a = v_M \cdot t + R \cdot \sin \omega t \\ y_a = R \cdot \cos \omega t \end{cases}, \quad (1)$$

где R – радиус вращения наружной точки режущей кромки ножа, м;

v_M – скорость движения машины, м/с;

t – время, с;

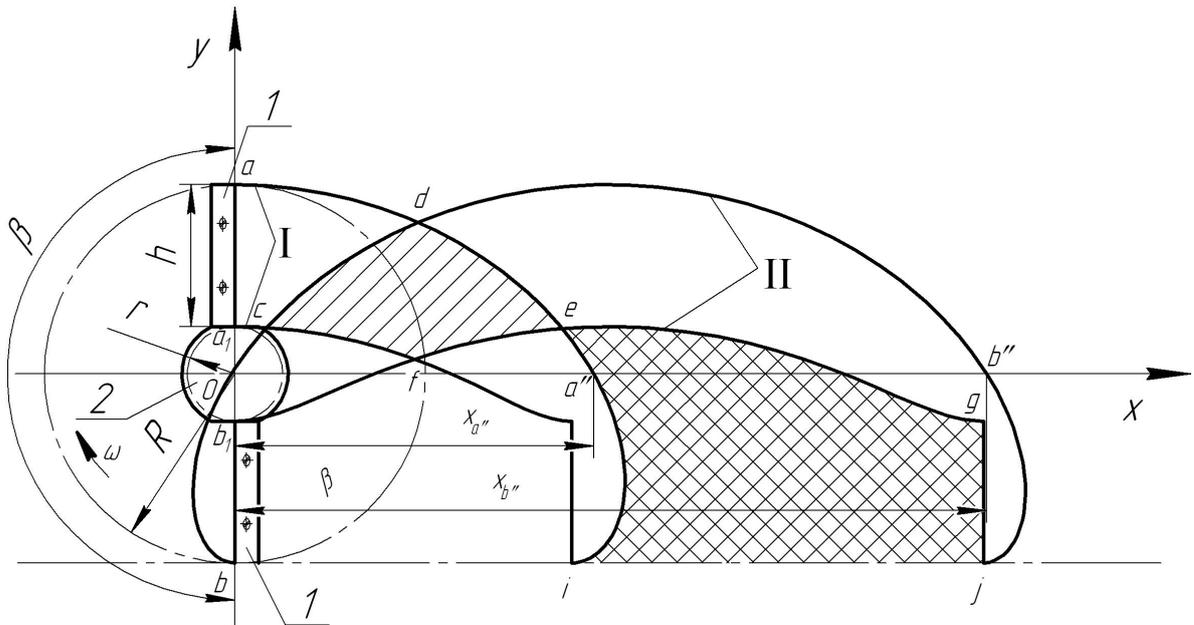


Рис. 1. Схема работы режущего аппарата: 1 – ножи; 2 – фланец.

ω – угловая скорость вращения рабочего органа, м/с.

Уравнения движения точки b запишутся как

$$\begin{cases} x_b = v_M \cdot t + R \cdot \sin(\omega t - \beta) \\ y_b = R \cdot \cos(\omega t - \beta) \end{cases}, \quad (2)$$

где β – угол между ножами, град.

Уравнения движения для точки a_1 :

$$\begin{cases} x_{a_1} = v_M \cdot t + r \cdot \sin \omega t \\ y_{a_1} = r \cdot \cos \omega t \end{cases}, \quad (3)$$

где r – радиус вращения внутренней точки режущей кромки ножа, м.

Уравнения движения для точки b_1 :

$$\begin{cases} x_{b_1} = v_M \cdot t + r \cdot \sin(\omega t - \beta) \\ y_{b_1} = r \cdot \cos(\omega t - \beta) \end{cases}. \quad (4)$$

В связи с тем, что поступательное движение рабочего органа происходит по оси X , то нескошенного участка не будет, если выполниться следующее условие:

$$x_{b''} - x_{a''} = h, \quad (5)$$

где h – длина активной части кромки лезвия, м.

Лезвие aa_1 пройдет через ось X при угле поворота фланца с ножами $\omega t = \frac{\pi}{2}$. Следовательно,

время поворота фланца на половину окружности

составит $t = \frac{\pi}{2\omega}$. Подставляя это выражение в уравнение (1), получим

$$x_{a''} = \frac{v_M \cdot \pi}{2\omega} + R. \quad (6)$$

Лезвие bb_1 второго ножа пройдет через ось X при угле поворота

$$\omega t' = \frac{\pi}{2} + \beta.$$

Определяя из последнего выражения $t' = \frac{1}{\omega} \cdot \left(\frac{\pi}{2} + \beta\right)$ и подставляя его в уравнение (2), получим

$$x_{b''} = \frac{v_M}{\omega} \cdot \left(\frac{\pi}{2} + \beta\right) + R. \quad (7)$$

Подставляя величины $x_{a''}$ и $x_{b''}$ в уравнение (5), получим

$$\frac{v_M}{\omega} = \frac{h}{\beta}, \quad (8)$$

откуда

$$\omega = \frac{v_M \cdot \beta}{h}. \quad (9)$$

Если на фланце укрепить два ножа, то угол $\beta = \pi$ и тогда

$$\omega = \frac{\pi \cdot v_M}{h}, \quad (10)$$

откуда

$$v_M = \frac{h \cdot \omega}{\pi}, \quad (11)$$

или

$$h = \frac{\pi \cdot v_M}{\omega}. \quad (12)$$

Эти три уравнения связывают между собой три параметра (ω , v_M и h) машины. Пользуясь данными уравнениями, можно по любым двум параметрам определить третий.

Подставив $\beta = \frac{2\pi}{m}$ в выражение (8), где m –

количество ножей на фланце, получим формулу для определения необходимого количества ножей

$$m = \frac{2\pi v_M}{\omega \cdot h}. \quad (13)$$

В зависимости от поступательной скорости движения агрегата при срезании может работать вся режущая кромка ножа, поэтому рассмотрим абсолютную скорость движения точки a_1 , так как она находится ближе к центру рабочего органа.

Тогда, проведя некоторые преобразования, уравнение (3) примет вид:

$$v_{a_1} = \sqrt{\left(\frac{dx_{a_1}}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy_{a_1}}{dt}\right)^2} \quad \text{или} \\ v_{a_1} = \sqrt{r^2 \cdot \omega^2 + 2r \cdot \omega \cdot v_M \cdot \cos \omega t + v_M^2} \quad (14)$$

Результаты и их обсуждение

После анализа формулы (14) следует, что максимальная и минимальная скорости точки a_1 соответственно равны:

$$v_{a_1 \max} = r \cdot \omega + v_M \quad \text{и} \quad v_{a_1 \min} = r \cdot \omega - v_M.$$

Но минимальная скорость точки a_1 должна удовлетворять условию:

$$v_{a_1 \min} > v_{KP} \quad \text{– скорости, необходимой для}$$

перерезания свободно стоящих стеблей без опоры.

Подставляя полученное ранее уравнение в неравенство, получаем

$$r \cdot \omega - v_M > v_{KP}$$

Таким образом необходимая угловая скорость вращения фланца с ножами найдется из условия

$$\omega > \frac{v_{KP} + v_M}{r}. \quad (15)$$

Выводы

В рамках проведенного теоретического исследования работы рабочего органа режущего аппарата ботвоудаляющей машины были рассмотрены аналитические зависимости, позволяющие оценить условия работы машины с целью обоснования угловой скорости вращения фланца с ножами, необходимой для перерезания свободно стоящих стеблей без опоры.

Была получена теоретическая зависимость угловой скорости вращения ножей, характеризующая условие среза свободно стоящих стеблей.

Список литературы

1. Ларюшин, Н.П. Уборка без задержек/Н. П. Ларюшин, А.М. Ларюшин, Д.И. Фролов//Сельский механизатор.– 2007.– № 7.– С. 48–49.
2. Ларюшин, А.М. Совершенствование технологии уборки лука / А.М. Ларюшин, Н.П. Ларюшин, Д.И. Фролов // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования.– М.: Академия наук о Земле, 2007.– С. 17–18.
3. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович.– Пенза, 2008.– 153 с.
4. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович.– Пенза, 2008.– 18 с.
5. Фролов, Д.И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2013.– № 3.– С. 18–23.
6. Фролов, Д.И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука/Д.И. Фролов, С.В. Чекайкин//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С.158–161.
7. Ларюшин, Н.П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Тракторы и сельхозмашины.– 2010.– № 2.– С. 15–17.
8. Пат. 2339208 Российская Федерация, МПК А 01 D 23/02. Ботвоудаляющая машина / Н.П. Ларюшин, С.А. Сущёв, Д.И. Фролов, А.М. Ларюшин.– № 2007109990/12; заявл. 19.03.2007; опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33.– 8 с.: ил.
9. Ларюшин, Н.П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Нива Поволжья.– 2008.– № 2 (7) .– С. 46–51.

10. Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 29–33.
11. Фролов Д. И. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1 (29). – С. 120–126.
12. Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха / Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. С. 30–35.
13. Фролов, Д. И. Повышение питательности экструдированных кормов для животных / Д. И. Фролов, В. А. Никишин // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 98–101.

THEORETICAL SUBSTANTIATION ROTATION SPEED KNIVES CUTTING UNIT HAULM REMOVING MACHINES

D. I. Frolov, O. N. Pchelintseva

In this work, we consider the general nature of the work of the working body of the cutting device haulm removing machine. Analyzed the trajectory of the knife blades of the working body. We obtain a theoretical dependence of the angular velocity of rotation of the blades, which characterizes the condition of a free-standing cut stems.

Keywords: haulm removing machine, cormophyte mass, rotation speed, knives.

References

1. Laryushin, N. P. Cleaning without delay / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Rural machine operator. – 2007. – № 7. – P. 48–49.
2. Laryushin, A. M. Improvement of onion harvesting technology / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of the International Forum on Science, Technology and Education. – М.: The Academy of Sciences of the Earth, 2007. – P. 17–18.
3. Frolov, D. I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: dissertation of the candidate of technical sciences: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 153 p.
4. Frolov, D. I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: candidate of technical sciences dissertation author's abstract: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich. – Penza, 2008. – 18 p.
5. Frolov, D. I. Substantiation of the haulm removing machine operating element rotation optimum frequency / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2013. – № 3. – P. 18–23.
6. Frolov, D. I. Reasoning effective parameters of the haulm removing machine on sowings of the onion / D. I. Frolov, S. V. Chekaykin // XXI century: the results of past and present problems plus. 2014. – № 06 (22). – P. 158–161.
7. Laryushin, N. P. Optimal parameters of top removing working member of cutter for leaf-and-stalk mass / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Tractors and agricultural machines. – 2010. – № 2. – P. 15–17.
8. Pat. 2339208 Russian Federation, IPC A 01 D 23/02. Haulm removal machine / N. P. Laryushin, S. A. Suschëv, D. I. Frolov, A. M. Laryushin. – № 2007109990 / 12; appl. 19.03.2007; publ. 27.11.2008, Bull. № 33. – 8 p. : silt.
9. Laryushin, N. P. Substantiation of constructively operation characteristic plant-top removing machine by laboratory research / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Niva Povolzhya. – 2008. – № 2 (7). – P. 46–51.
10. Frolov, D. I. Modeling the process to removing tops onions Of the haulm removing machine operating element / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture. – 2014. – № 3. – P. 29–33.
11. D. I. Frolov determination of the optimal parameters haulm removing machine for sowing onion / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2015. – № 1 (29). – P. 120–126.
12. Frolov, D. I. Analysis of work haulm removing working bodies from optimize the airflow inside the casing / D. I. Frolov // Innovative engineering and technology. – 2014. – № 4. – P. 30–35.
13. 14. 13. Frolov, D. I. fortification extruded animal feed / D. I. Frolov, V. A. Nikishin // Collection of scientific works Sworld. T. 2014. 7. № 4. – P. 98–101.

ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

УДК 664.64.002.38

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЗЕРНА ПРОСА

М. О. Волошина

Работа посвящена исследованию химического состава экструдированного зерна проса.

Ключевые слова: экструдат, просо, химический состав, мучные кондитерские изделия.

Введение

Как известно, продукты питания являются важнейшими источниками жизненной энергии человека, основой становления и поддержания его физического состояния, а также одним из важнейших факторов его интеллектуальной деятельности.

Среди продуктов питания хлебобулочные и мучные кондитерские изделия занимают значительное место в суточном рационе населения в связи с их высокой пищевой и энергетической ценностью и ежедневным употреблением. В указанных пищевых продуктах высоко содержание углеводов, но недостаточное количество белков, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон [1].

В связи с этим актуальным является поиск решения таких задач, как обогащение продуктов массового употребления функциональными ингредиентами, а также расширение ассортимента продукции с улучшенными показателями качества.

Одним из возможных путей решения этих задач является изучение нетрадиционных видов сырья, обладающих определенным химическим составом, необходимыми функциональными и технологическими свойствами, которые позволят обогатить продукцию массового спроса комплексом

биологически активных веществ, а также интенсифицировать технологические процессы производства этой продукции.

В качестве нетрадиционного сырья могут быть использованы продукты переработки проса.

Нативное зерно проса характеризуется как хороший источник белка, повышенного в сравнении с пшеничной мукой содержания незаменимых аминокислот (изолейцин, лейцин, треонин, триптофан, фенилаланин), витаминов группы В, минеральных веществ (кальций, магний, цинк, медь, железо), пищевых волокон, полифенолов, обладающих антиоксидантной активностью [2]. Следует отметить, что белки проса не содержат глютена, и, следовательно, продукты с использованием проса, обладают профилактическим назначением для лиц, страдающим целиакией.

Целью исследований является изучение химического состава экструдированного зерна проса. Применение экструзионной обработки крахмалсодержащего сырья позволяет более эффективно использовать комплекс полезных свойств зерна с целью формирования улучшенных потребительских свойств хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [3, 4].

Таблица 1 – Химический состав зернового сырья

Наименование показателя	Мука пшеничная высшего сорта	Мука экструдата проса
Влага, %	14,0	8,3
Белок, % СВ	10,0	14,9
Крахмал, % СВ	54,5	45,0
Водорастворимые сахара, % СВ	1,2	2,8
Жир, % СВ	1,1	3,9
Зола, % СВ	0,5	3,5
Клетчатка, % СВ	3,5	8,0
Кальций, мг%	18	49
Фосфор, мг%	86	290
Магний, мг%	16	110

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются экструдат проса, полученный на экструдере КМЗ–2У при температуре 120–130°C, продолжительности экструзионной обработки 15–25 с, с последующим воздействием на выходящее из матрицы экструдера сырье пониженным давлением и дальнейшим измельчением экструдированного зерна на лабораторной мельнице.

При изучении химического состава экструдата проса определяли следующие показатели: влагу, содержание белка, крахмала, золу, растворимые углеводы, содержание магния, кальция, фосфора.

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ химического состава пшеничной муки высшего сорта и муки экструдата проса свидетельствует о существенных различиях по содержанию их основных компонентов.

Результаты исследования зернового сырья приведены в табл. 1.

Установлено, что мука экструдата проса отличается более низкой массовой долей влаги в сравнении с необработанными видами муки. У экструдата хорошая сыпучесть, вкус и запах, характерный для зернового сырья.

Экструдат овса имеет достаточно сбалансированный химический состав, богатый белком, водорастворимыми сахарами, жиром, пищевыми волокнами и минеральными веществами (кальций, фосфор, магний). Высокое содержание белка повы-

шает биологическую ценность пищевых продуктов. Водорастворимые сахара способствуют интенсификации технологических процессов при приготовлении булочных и мучных кондитерских изделий. Для жирнокислотного состава липидов экструдата проса характерно преобладание ненасыщенных жирных кислот, представленных в основном олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами [5, 6]. Пищевые волокна способствует улучшению моторики кишечника, оказывает обволакивающее действие на стенки слизистой оболочки кишечника, адсорбируя при этом токсичные продукты расщепления пищи. Кроме того, эти пищевые волокна являются прекрасным питанием для микрофлоры кишечника, способствуя увеличению количества в нем полезных бактерий.

В результате экструзионной обработки крахмал подвергается декстринизации [7–10]. В связи с этим, перспективно использование муки целого экструдированного зерна проса в хлебопечении с целью повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий.

Выводы

Таким образом, химический состав экструдата проса характеризует его как зерновое сырье, богатое функциональными ингредиентами и может быть использовано в качестве минерального, витаминного обогатителя, носителя пищевых волокон и полиненасыщенных жирных кислот в технологии булочных и мучных кондитерских изделий.

Список литературы

1. Мартьянова, А. Пищевые ингредиенты / А. Мартьянова, Е. Мелешкина // Хлебопродукты. – 2003. – № 4. – С. 18–21.
2. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.
3. Демченко, В. И. Экструдаты ячменя в производстве хлебобулочных изделий / В. И. Демченко, В. И. Корчагин, Г. О. Магомедов, Л. И. Столяров, Н. М. Дерканосова, В. И. Карпенко // IV Междунар. науч. – практ. конф. «Интродукция нетрадиц. и ред. с. – х. растений»: Материалы. – Ульяновск, 2002. – Т. 1. – С. 238–241.
4. Курочкин, А. А. Регулирование функционально-технологических свойств экструдатов растительного сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2012. – № 4. – С. 86–91/
5. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1 (32). С. 90–96.
6. Жирнокислотный состав липидов экструдированного зернового сырья / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2014. № 4 (01). С. 13–16.
7. Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94–99.
8. Курочкин, А. А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Нива Поволжья. – 2014. – № 1. – С. 30–35.
9. Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 70–74.

10. Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью // А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2014.– № 06 (22) .– С. 109–104.

CHEMICAL COMPOSITION EXTRUDED MILLET

М. О. Voloshina

The work is devoted to the study of the chemical composition of the extruded grain millet.

Keywords: extrudates, grains, pastries millet, wheat.

References

1. Martyanov, A. Food ingredients / A. Martyanov, E. Meleshkina // Bread products.– 2003.– No. 4.– Pp. 18–21.
2. Kazakov E. D., Karpilenko G. P. Biochemistry of grain and bread products/ E. D. Kazakov, G. P. Karpilenko.– SPb.: GIOR, 2005.– 512 p
3. Demchenko, V. I. extrudates of barley in the production of bakery products /V. I. Demchenko, V. I. Korchagin, G. O. Magomedov, L. I. Stolyarov, N. M. Derkanosova, V. I. Karpenko// IV Intern. scientific. scient. Conf. «Introduction of non-traditional Bridal head. and edited by S.– H. plants: Materials.– Ulyanovsk, 2002.– T. 1.– Pp. 238–241.
4. Kurochkin, A. A. Regulation of functional and technological properties of extrudates of vegetable raw materials/ A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, P. K. Voronina//proceedings of the Samara state agricultural Academy, 2012.– No. 4.– S. 86–91/
5. The increasing technological capacity of unmalted grain products/G. V. shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina//engineering and technology for food production. 2014. No. 1 (32). { 90–96.
6. Fatty acid composition of lipids extruded grain/G. V. shaburova, P. K. Voronina//Innovative engineering and technology. 2014. No. 4 (01). P. 13–16.
7. Kurochkin, A. A. Regulation of the structure of extrudates starchy grain raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina// proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2013.– No. 4.– P. 94–99.
8. Kurochkin, A. A. Modeling of the process of obtaining extrudates based on new technological solutions / A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina// Niva Povolzhya.– 2014.– No. 1.– S. 30–35.
9. Kurochkin, A. A. extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina// proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2014.– No. 4.– S. 70–74.
10. Kurochkin, A. A. production of extrudates starchy grain material with a predetermined porosity // A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, D. I. Frolov // XXI century: the past and challenges of the present plus.– 2014.– № 06 (22) .– S. 109–104.

УДК 664.046.1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ПИЦЦЫ

А. П. Смольянова, А. А. Морозова, К. А. Ситулина

Статья посвящена анализу современных печей для выпечки пиццы.

Ключевые слова: термическая обработка, печь, пицца, технологические характеристики.

Введение

Тепловое оборудование является наиболее важной и функциональной группой оборудования на предприятии общественного питания. Тепловая обработка продуктов – это основной прием в технологическом процессе производства кулинарных изделий. Поэтому качественный подбор оборудования определяет эффективность работы предприятия [1].

Целью работы являлся подробный анализ и подбор печей для изготовления пиццы для предприятий общественного питания по функциональным показателям.

Печи электрические являются наиболее универсальной составляющей среди теплового оборудования предприятий общественного питания. В них можно осуществлять основные операции тепловой обработки продуктов и полуфабрикатов. В последнее время из-за стремительного роста заведений быстрого питания, особой популярностью

пользуется пицца. Поэтому развитие рынка оборудования для приготовления пиццы принимает все большие обороты. Специфичным оборудованием для предприятий общественного питания являются электрические печи для пиццы. Они также применяются не только для приготовления пиццы, но и для выпечки хлеба, осетинских пирогов [2].

Классифицируются печи для приготовления пиццы по следующим характеристикам:

- по принципу действия (подовые, конвейерные);
- по диаметру приготовляемой пиццы;
- по количеству камер.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются современные печи для выпечки пиццы иностранного и отечественного производства. Методом анализа и сравнения были подобраны шесть печей для выпечки пиццы.

Таблица 1 - Технические характеристики печей для пиццы

Характеристика	Печь для пиццы GrillMaster ППЭ/1	Печь электрическая для пиццы ПЭП-4	Печь электрическая для пиццы ПЭП-6-01.	Печь для пиццы Pyhl PEO-40x2	Печь для пиццы GAM SB4	Печь для пиццы PIZZA GROUP Entry Max 6
Производитель	GrillMaster	ЧувашиТоргТехника		PYHL	GAM	PIZZA GROUP
Внешние размеры, мм	660x750 x140	700x700 x150	1050x780 x180	1130x620 x360	700x700 x145	700x1050 x150
Потребляемая мощность, кВт	5,8	6,2	9,6	5,19	4,8	9,3
Производительность, шт/ч	8	16	24	8	16	24
Напряжение	220/380	230/380	230/280	380	380	380
Количество ТЭНов, шт	8	6	12	2	6	12
Вместимость, шт и диаметр пиццы	2 250	4 350	6 350	2 250	4 340	6 330
Средняя стоимость	37800	45170	55239	29821	65115	60335

Результаты и их обсуждение

На предприятиях общественного питания с развитием рынка коммерческого приготовления пиццы применяют различные виды профессионального теплового оборудования. По методам приготовления и производительности существует огромный выбор печей для пиццы. Из разнообразного спектра печей для пиццы были выбраны для анализа лишь некоторые модели. Техническая характеристика печей для пиццы представлена в таблице 1.

Выводы

Для специализированных предприятий общественного питания по функциональным показателям (производительность, потребляемая мощность, вместимость пиццы) больше подходит печь для пиццы ПЭП-6-01, а для предприятий общественного

питания общего назначения подходит печь для пиццы ПЭП-4, так как имеет высокие функциональные показатели, и по сравнению с зарубежными производителями, низкую цену. Следует также отметить, что печь PIZZA GROUP Entry Max 6 в сравнении с печью ПЭП-6-01 имеет одинаковую производительность, однако стоимость превышает на 8,5% (5096 руб). При анализе, можно увидеть и обратную тенденцию увеличения стоимости (ППЭ/1) российского производителя, в сравнении с зарубежным (Pyhl PEO-40x2). В данном случае, производительность печей одинаковая – 8 шт. в час, но при этом печь ППЭ/1 имеет функцию гриль, вследствие чего и оправдывается завышенная цена. Таким образом, печи для выпечки пиццы отечественного производства являются наиболее оптимальным решением, особенно в условиях дефицита импортного оборудования и тенденции на импортозамещение.

Список литературы

1. Ботов М. И. Тепловое и механическое оборудование предприятий торговли и общественного питания: учебник для нач. проф. образования / М. И. Ботов, В. Д. Елхина, О. М. Голованов. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 464 с.
2. Золин В. П. Технологическое оборудование предприятий общественного питания: Учебник для нач. проф. образования. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2005. – 248 с.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS MODERN PIZZA OVENS

A. P. Smolyanova, A. A. Morozova, K. A. Situlina

This article analyzes the modern ovens for baking pizza.

Keywords: heat treatment, oven, pizza, technological characteristics.

References

1. Bots M. I. The thermal and mechanical equipment of trading enterprises and public catering: a textbook for beginning. prof. Education / M. I. Bots, V. D. Elhina, O. M. Golovanov. – 2nd ed., Rev. – M.: Publishing center «Academy», 2006. – 464 p.
2. Zolin V. P. Technological equipment catering: textbook for beginning. prof. education. – 3rd ed., Sr. – M.: The Academy, 2005. – 248 p.

УДК 663.422

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛБЯНОЙ МУКИ

И. Ю. Астахов, П. П. Курочкин, Д. Д. Игнатов

Изучен химический состав полбы. Исследованы технологические свойства полбяной муки и определены направления ее использования при производстве продуктов питания.

Ключевые слова: полба, полбяная мука, пшеничная мука, состав, свойства

Введение

В последнее время становится актуальным обогащение пищевых продуктов компонентами различных зерновых культур. Например, при производстве хлеба применяют просо, овес, гречиху. Кроме этого, применяются специальные методы обработки указанных зерновых культур с целью повышения их технологического потенциала в технологиях хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. К таким направлениям подготовки относят выработку тонкодиспергированной муки из целого зерна пшеницы и использование ее в хлебопечении [1]. Перспективными обогатителями хлебобулочных и мучных кондитерских изделий служат биомодифицированные овес и ячмень [2]. Интересны исследования по изучению возможности применения экструдированного зернового сырья в технологии хлеба, мучных кондитерских изделий и напитков [3, 4, 5]. Исследовано качество хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с добавками муки тритикале, гречихи и других зерновых культур [6,7]. К сожалению, недостаточно информации по использованию полбы в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Полба характеризуется высоким содержанием белка, богатого незаменимыми аминокислотами. Низкое содержание клейковины обуславливает ценность полбы в составе продуктов переработки зерна в питании больных, страдающих аллергической реакцией на глютен.

В связи с этим, изучение функционально-технологических свойств полбы и возможности ее использования в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий являются актуальными.

Целью исследований являлось обоснование возможности и целесообразности применения полбы в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Объекты и методы исследований

Полбяная мука цельносомлотая, приобретенная в торговой сети г. Пензы.

При исследовании использованы стандартные методы исследований.

Результаты и их обсуждение

Для определения объективных критериев технологической ценности муки полбы как сырья в производстве хлебобулочных изделий проанализированы образцы полбяной муки в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта (таблица 1).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что содержание влаги в муке полбы ниже, чем в пшеничной муке высшего сорта в 1,2 раза.

Установлено, что в муке полбы в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта на 28% выше содержание белков. Повышенное содержание белка характеризует полбу, как ценный источник растительного белка, что особенно важно в условиях

Таблица 1– Химический состав полбяной муки и пшеничной муки высшего сорта

Наименование	Цельносомлотая полбяная мука	Пшеничная мука высшего сорта
Вода, %	11,6	14,0
Белок, % СВ	15,4	12,0
Углеводы, % СВ	76,5	82,0
в том числе, крахмал	64,0	79,9
Липиды, % СВ	2,0	1,3
Зола, % СВ	1,4	0,6
Пищевые волокна, % СВ	10,4	1,9

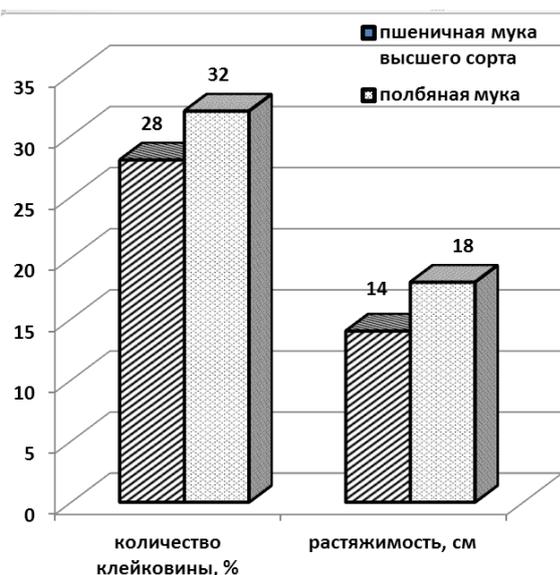


Рис. 1. Содержание и качество клейковины полбяной и пшеничной муки

дисбаланса рационов питания отдельных групп населения.

Содержание пищевых волокон выше в полбяной муке в 5,5 раз, чем в муке пшеничной. В группу пищевых волокон входят полисахариды, способствующие снижению уровня холестерина в крови, выводу из организма канцерогенных веществ. Пищевые волокна стимулируют кишечную перистальтику, интенсифицируют секрецию кишечных желез, существенно влияя на процессы переваривания, усвоения, микробиоценоз и эвакуацию пищи.

Количество липидов в муке полбы превышает аналогичный показатель в пшеничной муке на 54%. По мнению исследователей, жирнокислотный состав муки полбы характеризуется повышенным содержанием моно- и полиненасыщенных жирных кислот, в том числе ω -3 и ω -6 жирных кислот. В частности, содержание олеиновой кислоты в липидах муки полбы в два раза выше, чем в пшеничной муке, что позволяет отнести полбу к высокоолеиновым культурам [9].

Установлено, что содержание минеральных веществ (зола) в муке полбы выше в 2,3 раза, чем в муке пшеничной.

Следует отметить, что общее количество углеводов в полбяной муке ниже на 7,0%, чем в пшеничной муке высшего сорта. При этом, содержание крахмала ниже, чем в пшеничной муке, на 20,0%. Как следует из литературных данных, полба содержит особый тип растворимых углеводов – мукополисахариды (mucopolysaccharides), которые способны укреплять иммунную систему, снижать уровень холестерина, регулировать процессы свертывания крови [8].

Белки полбы так же, как и пшеницы, лимитированы по лизину и треонину. Однако, скор аминокислот этих белков заметно выше в муке полбы. По лизину скор составляет 58%, а в пшеничной муке –

44%. По треонину – 86%, тогда как пшеничной – 75% [9].

Результаты изучения химического состава полбяной муки в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта коррелируют с данными других исследователей, и свидетельствуют о возможности использования муки полбы в хлебопекарной промышленности для выработки хлебобулочных изделий с улучшенным химическим составом [8, 9, 10].

В дальнейшем исследовали количество и качество клейковины полбяной муки, как основных технологических свойств. Содержание клейковины в муке полбы и ее качество в сравнении с аналогичными показателями пшеничной муки представлено на рисунке 1.

Содержание клейковины в пшеничной муке достигает 28%, что обуславливает эффективную сохраняемость физических свойств в процессе замеса и брожения теста. Об этом свидетельствует и показатель растяжимости клейковины. Мука полбы по сравнению с пшеничной мукой содержит больше клейковины, но по качеству ее можно охарактеризовать как слабую.

По мнению ученых [10], формула глиадина полбы зерна в целом типична для твердой пшеницы, но во фракции γ -глиадин отсутствует пятый компонент, в α -фракции слабо представлен α 6-компонент, что обуславливает возможность и целесообразность использования полбяной муки в диетическом питании. Исследователями из США доказано, что именно этот компонент ограничивает использование зерновых продуктов в питании больными целиакией, и установлено, что клейковина полбы в половине случаев не вызывает аллергии у людей, чувствительных к этому компоненту в зерне [11].

Выводы

Таким образом, химический состав полбяной муки свидетельствует о ее превосходстве над отдельными показателями пшеничной муки. В связи с этим, полбяная мука является ценным пищевым сырьем для использования в технологии мучных композитных смесей, при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий совместно с пшеничной мукой.

Полбяная мука по силе клейковины характеризуется как слабая, что обуславливает, преимущественно, ее использование в технологии мучных кондитерских изделий, в частности в производстве печенья.

Работа выполнена под научным руководством доцента Шабуровой Г.В.

Список литературы

1. Седелкин В.М. Тонкодиспергированная мука из целого зерна пшеницы/В.М. Седелкин, Л.Ф. Рамазаева, Т.А. Ломовцева// Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 2001.– № 2–3.– С.25.
2. Румянцева В.В. Научно-практические основы ресурсосберегающих технологий получения и применения биомодифицированных продуктов из овса и ячменя: автореферат дис. ... докт. техн. наук: 05.18.01 /Румянцева Валентина Владимировна.– Орел, 2011.– 40 с.
3. Шабурова Г.В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов /Г. В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина//Техника и технология пищевых производств.– 2014.– № 1 (32) .– С. 90–96.
4. Шабурова Г.В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении/ Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 79–83.
5. Курочкин А.А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов/А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 70–74.
6. Коновалова Ю.В. Разработка и оценка потребительских свойств хлеба зернового обогащенного физиологически функциональными пищевыми ингредиентами из растительного сырья: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 /Коновалова Юлия Владимировна.– Орел, 2011.– 25 с.
7. Темникова О.Е. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки гречихи: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 /Темникова Ольга Евгеньевна.– Москва, 2012.– 25 с.
8. Богатырева Т.Г. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий /Т.Г. Богатырева, Е.В. Иунихина, А.В. Степанова // Хлебопродукты.– 2013.– № 2.– С. 40–43.
9. Семенова, А.Б. Применение полбяной муки в хлебопечении / А.Б. Семенова, В.И. Дробот // Техника и технология пищевых производств: IX междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 25–26 апр. 2013 г.: тезисы докл.– Могилев, 2013.– ч.1.– С. 99.
10. Баженова И.А. Исследование технологических свойств зерна полбы (*Triticum dicoccum* Schrank.) и разработка кулинарной продукции с его использованием: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Баженова Ирина Анатольевна.– Санкт-Петербург, 2004–16 с.
11. Yoder E. R. Assessment of allergenic reactivity of kamut versus common wheat / International Food Allergy Association. Clinical trial studies // october 11, 1991

CHEMICAL COMPOSITION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF FLOUR SPELLED

I. Y. Astakhov, P. P. Kurochkin, D. D. Ignatov

The chemical composition of emmer. Abstract technological properties flour spelled and directions of its use in food production.

Keywords: spelt, polbyanaya flour, wheat flour, structure, properties

References

1. Sedelkin V.M. Cocodimethylamine flour from whole wheat/V. M. Sedelkin, L.F. Ramashiva, T.A. Lomovtsev// news of higher educational institutions. Food technology, 2001.– № 2–3.– P. 25.
2. Rumyantsev V.V. Scientific and practical bases of resource-saving technologies of production and application of biomodified products from oats and barley: abstract dis. ... doctor. tech. Sciences: 05.18.01 /Valentina Rumyantseva. Eagle, 2011.– 40 p.
3. G. V. shaburova Increasing technological capabilities of unmalted grain products /G. V. Shaburov, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina//Technique and technology of food production.– 2014.– № 1 (32) .– P. 90–96.
4. G. V. shaburova prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and bread baking/G. V. shaburova, P. Voronin, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov//proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2014.– No. 4.– P.79–83.

5. Kurochkin A. A. extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids/A. A. Kurochkin, G. V. shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina//proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2014.– No. 4.– P. 70–74.
6. Konovalov Y. V. Development and evaluation of consumer properties of bread enriched grain physiologically functional food ingredients from plant material: the author's abstract dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.18.15 /Konovalova Julia. Eagle, 2011.– 25 P.
7. Temnikova O. E. improving the technology of bakery products using the products of processing of buckwheat: abstract dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.18.01 /Temnikova Olga.– Moscow, 2012.– 25 P.
8. T. G. Bogatyreva Use spelt flour in technology of bakery products /T. G. Bogatyreva, E. V. Unigine, V. A. Stepanov // Bread Products.– 2013.– No. 2.– P. 40–43.
9. Semenov, A. B. the Use spelt flour in baking / B. A. Semenova, V. I. Drobot // Technique and technology of food industry: the IX Intern. scientific. Conf. undergraduate and graduate students, 25–26 APR. 2013: abstracts of.– Mogilev, 2013.– part 1.– P. 99.
10. Bazhenov, I. A. Investigation of technological properties of grain of Emmer wheat (*Triticum dicoccum* Schrank.) and development of culinary products with its use: author. dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.18.15 / Irina Bazhenova.– St. Petersburg, 2004–16 P.
11. Yoder E. R. Assessment of allergenic reactivity of kamut versus common wheat / International Food Allergy Association. Clinical trial studies // october 11, 1991

ИНФОРМАЦИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Шабурова, Г.В. Использование экструдированного зернового обогатителя в технологии сырцовых пряников / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин//Иновационная техника и технология.– 2015.– № 1. С. 7–12.

Бочкарева, З.А. Влияние овсяного толокна на функционально-технологические свойства мясных рубленых полуфабрикатов/З. А. Бочкарева//Иновационная техника и технология.– 2015.– № 1. С. 13–15.

Воронина, П.К. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием экструдированной гречихи/П. К. Воронина//Иновационная техника и технология.– 2015.– № 1. С. 16–19.

Бочкарева Земфира Альбертовна

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

Bochkareva Zemfira Albertovna

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

Воронина Полина Константиновна

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

Voronina Polina Konstantinovna

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

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

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

Шабурова Галина Васильевна

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

Shaburova Galina Vasilevna

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Пчелинцева, О. Н. Математическое моделирование концентрирования фруктового сока в многокорпусной выпарной установке/О. Н. Пчелинцева, Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 20–25.

Коновалов, А. В. Моделирование процесса тепловой обработки малогабаритной электрической печи/А. В. Коновалов, О. Е. Коновалова//Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 26–28.

Фролов, Д. И. 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. С. 29–34.

Воронина Полина Константиновна

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

Voronina Polina Konstantinovna

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

Коновалов Алексей Владимирович

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

Konovalov Alexey Vladimirovich

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

Коновалова Ольга Евгеньевна

старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-56-99
E-mail: konovalovaol-80@yandex.ru

Konovalovs Olga Evgenievna

senior lecturer of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-56-99
E-mail: konovalovaol-80@yandex.ru

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

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

Пчелинцева Ольга Николаевна

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

Pchelintseva Olga Nikolaevna

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

Фролов Дмитрий Иванович

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

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

Шабурова Галина Васильевна

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

Shaburova Galina Vasilevna

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

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Варламов, В. А. Влияние приемов возделывания на качество зерна озимой пшеницы и продуктов его переработки/В. А. Варламов//Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 35–40.

Шабурова, Г.В. Возможности совершенствования севооборотов / Г.В. Шабурова, С.П. Ломов // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 41–44.

Фролов, Д.И. Применение модернизированной ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны/Д.И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 45–49.

Фролов, Д.И. Теоретическое обоснование скорости вращения ножей режущего аппарата ботвоудаляющей машины/Д. И. Фролов, О. Н. Пчелинцева//Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 50–53.

Варламов Владимир Александрович

д-р с.-х. наук, декан технологического факультета, профессор кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции»
ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30.
Тел. 8 (8412) 628151
E-mail: penzatehfak@rambler.ru

Varlamov Vladimir Aleksandrovich

doctor of agricultural sciences, Dean of the Faculty of technology, Professor of the Department of Processing of agricultural products»
FSBEI HVE «Penza state agricultural Academy»
440014, Penza, Ul. Botanical, 30.
Phone: 8 (8412) 628151
E-mail: penzatehfak@rambler.ru

Пчелинцева Ольга Николаевна

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

Pchelintseva Olga Nikolaevna

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

Фролов Дмитрий Иванович

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

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

Шабурова Галина Васильевна

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

Shaburova Galina Vasilevna

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

Трибуна молодого ученого

Волошина, М. О. Химический состав экструдированного зерна проса/М. О. Волошина//Иновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 54–56.

Смолянова, А. П. Сравнительная характеристика современных печей для пиццы/А. П. Смолянова, А. А. Морозова, К. А. Ситулина//Иновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 57–58.

Астахов, И. Ю. Химический состав и технологические свойства полбяной муки/И. Ю. Астахов, П. П. Курочкин, Д. Д. Игнатов//Иновационная техника и технология. – 2015. – № 1. С. 59–62.

Волошина Марина Олеговна

ассистент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: mari6ka_o_g@list.ru

Voloshina Marina Olegovna

assistant professor of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: mari6ka_o_g@list.ru

Смолянова Аля Павловна

канд. с.-х. наук, старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: pokupki068@gmail.com

Smolyanova Alya Pavlovna

санд. of agricultural sciences, senior lecturer of chair «Food productions»
FSBEI HVE «Penza State Technological University»
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: pokupki068@gmail.com

ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

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

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

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

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

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

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

доктора наук, профессора.

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

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

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

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке,

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

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

учесть пожелания редакции.

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

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

1. Индекс УДК (универсальный десятичный классификатор) – на первой странице в левом верхнем углу.

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

3. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать основной результат исследований. Заголовки набирают полужирными прописными буквами, размер шрифта 12. В заголовке не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

4. Аннотация (не более 800 печатных знаков).

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

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

«**Объекты и методы исследований**»:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

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

Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

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

2) распечатанный экземпляр статьи, строго со-

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

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

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

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 1 (02) / 2015

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Отпечатано с готового оригинал-макета

в типографии «КОПИ-РИЗО»

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

e-mail: tipograf_popovamg@inbox.ru

Сдано в производство 11.05.2015. Формат 60X84/8

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

Усл. печ. л. 7,32. Уч. изд. л. 8,14. Заказ № 891. Тираж 100 экз.