

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

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 3 (12) 2017

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

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

Зам. главного редактора

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

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Адрес редакции:

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

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

Входит в международную информационную систему по сельскому хозяйству AGRIS.

© Фролов Д. И., 2017 © ООО НТК «Эврика!», 2017

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

No. 3 (12) 2017

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

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

Deputy-chief editor

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

Editorial board members:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

The editorial office address:

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

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

Included in the international information system for agriculture AGRIS.

© Frolov D. I., 2017 © ООО НТК «Эврика!», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- Теория уплотнения зеленой измельченной массы в мягких контейнерах вакуумированием при силосовании**
Некрашев В.Ф., Попов А.С., Афанасьева К.С...... 5
- Теоретическое обоснование силы, необходимой на перемещение посевной секции гребневой сеялки**
Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Артемьев В.В...... 8
- Результаты исследования почвообрабатывающего катка**
Шаронов И.А., Егоров А.С., Курдюмов В.И. 13

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

- Обогащение йогуртов компонентами растительного происхождения**
Иванова И.В., Ионов М.С., Кравченко М.Ю., Родионов Ю.В. 18
- Разработка компьютерной программы для расчета влажности и индекса расширения экструдата овса**
Фролов Д.И., Курочкин А.А...... 22
- Использование экструдированной композитной смеси в технологии ржано-пшеничного хлеба**
Кулемина Н.В., Шабурова Г.В. 26
- Перспективы использования нетрадиционного сырья в производстве булочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности**
Кулькова Ю.С., Гарькина П.К. 31
- Текстурные свойства экструдатов из смеси кукурузной муки и сывороточного белка**
Фролов Д.И. 35

Трибуна молодого ученого

- Исследование асептического действия порошка корня девясила в хлебобулочных изделиях**
Лобачёва Д.С. 40

ИНФОРМАЦИЯ

- Сведения об авторах. Требования к оформлению статей** 43

CONTENTS

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

- Theory seal green ground mass in soft containers with a vacuum in the silage**
Nekrashevich V.F., Popov A.S., Afanasieva K.S.5
- Theoretical justification of force needed to move the sowing section of the planter raised bed**
Kurdyumov V.I., Zykin E.S., Artemyev V.V......8
- Research results of the software**
Kurdyumov V.I., Sharonov I.A., Egorov A.S.13

FOOD TECHNOLOGY

- Enrichment of yoghurt with vegetable components**
Ivanova I.V., Ionov M.S., Kravchenko M.Y., Rodionov Yu.V.18
- The development of a computer program for calculating the moisture content and the expansion index of oat extrudate**
Frolov D.I., Kurochkin A.A.22
- Using the extruded composite mixture in the technology of rye-wheat bread**
Kulemina, N.V., Shaburova G.V.26
- Perspectives of use of non-traditional raw materials in the manufacture of bakery products of increased food and biological values**
Kulkova Yu.S., Garkina P.K.31
- Texture properties of extrudates from a mixture of cornmeal and whey protein**
Frolov D.I......35

TRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

- The use of powder of elecampane root to increase the aseptic actions on the development of fungi on the surface of bakery products**
Lobacheva D.S.40

INFORMATION

- Information about the authors. Requirements for the articles**.....43

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.363.28

ТЕОРИЯ УПЛОТНЕНИЯ ЗЕЛЕННОЙ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ МАССЫ В МЯГКИХ КОНТЕЙНЕРАХ ВАКУУМИРОВАНИЕМ ПРИ СИЛОСОВАНИИ

Некрашевич В.Ф., Попов А.С., Афанасьева К.С.

Целью исследования является проведение результатов теоретических исследований процесса уплотнения силосуемой массы в мягком контейнере под действием её собственного веса и вакуума и установление математических зависимостей для расчета. При этом необходимо обосновать воздействие вакуумметрического давления и собственного веса на верхние, нижние и боковые грани кубического контейнера в зависимости от геометрических параметров контейнера, коэффициентов трения и бокового распора силосуемого материала, а также его плотности.

Ключевые слова: вакуум, силосуемая масса, вакуумметрическое давление, боковое давление распора, осевое давление от собственного веса.

Введение

Современная технология силосования в железобетонных траншеях и даже в рукавах из полиэтиленовой пленки имеют ряд существенных недостатков, главными из которых являются большие потери силоса, достигающие 10-15 % и выше при её нарушении; не всегда силос свежим подается в кормушки животным из-за повторной ферментации и ряд других [1, 2, 3]. Нами предложен способ силосования кормов в мягких вакуумированных контейнерах из воздухонепроницаемой полиэтиленовой пленки. Сущность этого способа заключается в следующем. Измельченная масса растений, подлежащих силосованию, загружается в контейнер, который затем герметизируется, после чего из него откачивается воздух. При этом силосуемая масса уплотняется как за счёт собственного веса, так и за счет вакуумметрического давления, равного разности между атмосферным давлением и остаточным давлением в контейнере. После вакуумирования контейнеры с силосом отправляются на хранение. Причем контейнеры могут быть выбраны любого объема, что позволяет за одну выдачу силоса животным, скармливать его свежим из одного или нескольких контейнеров. Контейнеры с силосом могут храниться неограниченное время и транспортироваться на любые расстояния, так как они предварительно закладываются в транспортные мешки.

Результаты и их обсуждение

Рассмотрим процесс уплотнения силосуемой массы (далее - материал) в мягком контейнере под действием собственного веса материала и вакуума.

Для упрощения теоретического исследования процесса применим принцип независимости действия сил, то есть рассмотрим отдельно уплотнение материала от собственного веса и вакуума, а полученные результаты сложим. Уплотнение материала под собственным весом осуществляется как при загрузке контейнера, так и при его вакуумировании.

Рассмотрим рабочую схему уплотнения под действием собственного веса (рис. 1).

На расстоянии X от верха контейнера на элементарный слой материала толщиной dX будут действовать давления:

P_x – осевое давление от собственного веса сверху;

$P_x + dP_x$ – осевое давление от собственного веса снизу;

P_6 – боковое давление распора уплотняемого материала от собственного веса;

F – сила трения, возникающая от бокового давления.

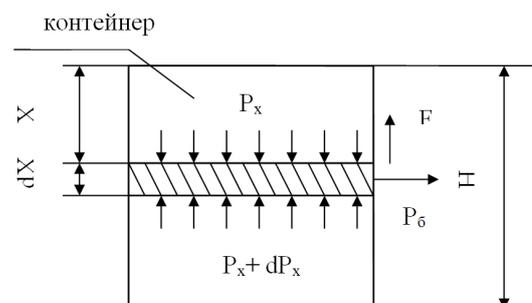


Рис. 1. Схема действующих давлений, вызывающих уплотнение материала от собственного веса

Элементарная сила трения F определяется по формуле

$$F = fP_6\Pi dX \quad (1)$$

где f – коэффициент трения материала о стенки

контейнера;

Π – периметр поперечного сечения контейнера.

Боковое давление, возникающее под действием собственного веса, определяется из выражения

$$P_6 = P_x \xi \quad (2)$$

где ξ – коэффициент бокового распора.

Напишем уравнение равновесия слоя материала в проекции на вертикальную ось контейнера

$$P_x S - (P_x + dP_x) S - f \xi P_x \Pi dX = 0 \quad (3)$$

Сделав необходимые преобразования и разделив переменные, получим уравнение

$$\frac{dP_x}{P_x} = - \frac{f \xi \Pi dX}{S} \quad (4)$$

где S – площадь поперечного сечения контейнера

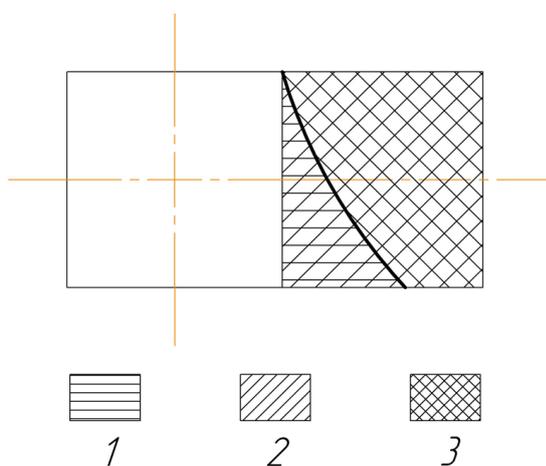
Интегрируя левую часть уравнения в пределах от $P = 0$ до P , а правую от 0 до X определим закон распределения осевого давления по высоте контейнера

$$P_x = P e^{-f \xi \Pi X / S} \quad (5)$$

P – максимальное осевое давление от собственного веса

или

$$P_x = q g x e^{-f \xi \Pi X / S} \quad (6)$$



- 1-эпюра бокового давления
- 2-эпюра вакуумметрического давления
- 3- результирующая эпюра

Рис. 2. Примерная эпюра бокового давления

где q – плотность материала;
 g – ускорение свободного падения.

Осевое давление сверху на массу будет равно нулю, а снизу определится по формуле

$$P_{сн} = q g H e^{-f \xi \Pi H / S} \quad (7)$$

где H – высота контейнера.

Для куба высота H и длина ребра a равны, Поэтому формула (7) примет вид

$$P_{сн} = q g H e^{-f \xi a^4} \quad (8)$$

Для монолитов цилиндрической формы и высотой H формула будет иметь вид

$$P_{сн} = q g H e^{-f \xi \Pi 4 H / d} \quad (9)$$

где d – диаметр спрессованного монолита.

Рассмотрим уплотнение материала от воздействия вакуума. Величина вакуумметрического давления P_v на материал, определится по формуле

$$P_v = P_a - P_o, \quad (10)$$

где P_a – атмосферное давление;

P_o – остаточное давление воздуха в контейнере.

Поскольку вакуумметрическое давление действуют на все грани куба объемно и с одинаковой силой, а силы противоположных граней направлены навстречу друг другу и одинаковой величины, поэтому в центре куба давление от воздействия вакуума будет равно нулю [6].

На верхнюю грань куба при вакуумировании давление будет равно P_v , а на нижнюю грань определится по формуле

$$P_{обн} = P_v - q g a e^{-4 f \xi} \quad (11)$$

Давление на боковые грани $P_{об}$ определится по формуле

$$P_{об} = P_v - q g a \xi e^{-4 f \xi} \quad (12)$$

Таким образом, установлено, что на верхнюю грань действует только вакуумметрическое давление, на нижнюю разность давлений между вакуумметрическим и осевым давлением от силы тяжести, а на боковые грани – разность между вакуумметрическим давлением и давлением бокового распора и зависит от параметров контейнера, коэффициентов трения и бокового распора силосуемого материала, его плотности.

На рисунке 2 показана примерная эпюра бокового давления на уплотняемый материал со стороны боковой грани от давления бокового распора материала и вакуумметрического давления. Из рисунка видно, что суммарное давление в нижней части контейнера уменьшается на величину давления бокового распора. Если $P_v < P$ то возможно истечение сока из спрессованного монолита, при $P_v > P$ истечение сока не наблюдается, что и происходит обычно на практике.

Выводы

Практика и расчеты показывают справедливость наших теоретических положений. При проведении опытов было установлено, что в результате воздействия вакуума на силосуемый материал, поверхностные слои получаемого монолита уплотняются значительно больше, чем внутренние. Такое явление препятствует выходу сока из внутренних слоев монолита. При этом небольшое количество

сока из монолита начинает выделяться, начиная с влажности примерно 75—78 % при вакууме 20–30 кПа, в то время как при обычном силосовании, то есть с уплотнением массы трактором, уже при влажности примерно 70 % и даже меньше. При вакууме 60–70 кПа и указанной влажности выделение сока не происходит. Такое действие вакуума позволяет сохранить в силосе сок, а, следовательно, и питательные вещества, уносимые с соком при обычном силосовании.

Список литературы

- [1] Коба, В. Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 1999. – 327 с.
- [2] Авраменко, П. С. Приготовление силосованных кормов / П. С. Авраменко, Л. М. Постовалов. – Минск: Урожай, 1984. – 110 с.
- [3] Иванов, Д. В. Режимы и технические средства приготовления силосованных культур в упаковках с пониженным давлением газовой среды / Диссерт. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук/ Д. В. Иванов. – Ставрополь, 2010. – 182 с.
- [4] Пат. 2528189, RU, МПК А23К 3/02 . Способ приготовления и хранения силосованного корма / Некрашевич В.Ф., Антоненко Н.А., Некрашевич К.С. – Оpubл. 10.09.2014, бюл. № 25.
- [5] Пат. 2584026, RU, МПК А23К 3/02. Способ приготовления и хранения силосованного корма / Некрашевич В.Ф., Антоненко Н.А., Ревич Я.Л., Некрашевич К.С. – Оpubл. 2016, бюл. № 14.
- [6] Анализ процесса движения воздуха внутри козуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67–72.

THEORY SEAL GREEN GROUND MASS IN SOFT CONTAINERS WITH A VACUUM IN THE SILAGE

Nekrashevich V.F., Popov A.S., Afanasieva K.S.

The Aim of the study is to conduct theoretical research results of the compaction process being siloed mass in a soft container under its own weight and its vacuum and establishing mathematical relationships for the calculation. It is necessary to substantiate the impact of vacuum pressure and its own weight on the top, bottom and side faces of the cubic container depending on the geometric parameters of the container, the coefficients of friction and side thrust being siloed material and its density.

Keywords: evacuation, being siloed mass, vacuum pressure, lateral pressure thrust, axial pressure of its own weight.

References

- [1] Koba, V. G. Mechanization and technology of production of livestock products / VG Koba, N. In. Braginetz, D. N. Murusidze, V. F. Nekrashevich. – M.: Kolos, 1999. – 327 p.
- [2] Avramenko, P. S. Preparation of feed silage / P. S. Avramenko, L. M. Postovalov. – Minsk: Harvest, 1984. – 110 p.
- [3] Ivanov, D. V. Modes and technical means of preparation of silage crops in packages with reduced pressure gas environment / the Dessert. on competition of a scientific degree. Kazan. step. Cand. tech. Sciences/ D. V. Ivanov. – Stavropol 2010,. – 182 p.
- [4] Pat. 2528189, RU, IPC A23K 3/02 . The method of preparation and storage of silage feed / Nekrashevich, V. F., Antonenko N. A. To Nekrashevich.With. – Publ. 10.09.2014, bull. No. 25.
- [5] Pat. 2584026, RU, IPC . The method of preparation and storage of silage feed / Nekrashevich, V. F., Antonenko N. A. I Revich.L., To Nekrashevich.With. – Publ. 2016, bull. No. 14.
- [6] Analiz protsesssa dvizheniya vozdukha vnutri kozhukha botvoudalyayushchego rabochego organa s obosnovaniem optimal'nogo ugla naklona nozhei / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. № 4 (28). S. 67–72.

УДК 631.3

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИЛЫ, НЕОБХОДИМОЙ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПОСЕВНОЙ СЕКЦИИ ГРЕБНЕВОЙ СЕЯЛКИ

Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Артемьев В.В.

Разработана гребневая сеялка, каждая секция которой оснащена лапой-сошником, двумя рабочими органами с плоскими дисками и катком. Гребневая сеялка позволяет одновременно выполнить предпосевную культивацию, высев семян, образовать над строчкой высеянных семян бугорок почвы и уплотнить его с трех сторон, а также окончательно сформировать гребень почвы с требуемыми размерами и плотностью почвы. Рассмотрен процесс формирования гребня почвы рабочими органами гребневой сеялки, а также теоретически обоснована сила, необходимая на перемещение посевной секции гребневой сеялки. В процессе исследований выявлено, что каждая посевная секция в процессе прямолинейного движения гребневой сеялки работает в «плавающем» режиме. Следовательно, вес посевной секции, с установленными на ней рабочими органами, на опорно-приводные колеса гребневой сеялки существенного влияния не оказывает, и им можно пренебречь. Вес грядила посевной секции, с установленными на нем лапой-сошником и двумя рабочими органами с плоскими дисками, приходится на опорное колесо посевной секции, а рыхление почвы лапой-сошником и стрелчатými лапами рабочих органов с плоскими дисками происходит без оборота пласта. Дополнительная вертикальная нагрузка, возникающая от сжатия пружины катка, равномерно распределяется на прикатывающие кольца (50 %) и сферические диски (50 %). Теоретические исследования процесса гребневого посева позволили выявить, что сила, необходимая на перемещение посевной секции гребневой сеялки, зависит от веса посевной секции, скорости ее перемещения, глубины хода лап-сошников и стрелчатых лап рабочих органов с плоскими дисками в почве, геометрических размеров колес, параметров рабочих органов, а также физико-механических свойств почвы.

Ключевые слова: технология, посев, гребневая обработка почвы, культивация, прикатывание.

Введение

В последнее время все большее распространение получают технологии возделывания сельскохозяйственных культур, основанные на уменьшении числа выполняемых технологических операций, замене отвальной обработки почвы безотвальной, прямом посеве возделываемых культур, масштабном применении гербицидов и комбинированных машин. Однако известно, что комбинированные машины и агрегаты не всегда обеспечивают выполнение агротехнических требований, предъявляемых к возделыванию сельскохозяйственных культур, особенно при их возделывании по гребневой технологии.

Несмотря на значительное количество научных изысканий, проблема энерго-, ресурсосбережения при возделывании пропашных культур остается актуальной. При этом традиционные технологии посева пропашных культур на ровную поверхность поля получили наибольшее распространение. Однако, благодаря проведенным исследованиям, выявлено, что наиболее перспективным является гребневой посев [1, 2, 3, 4, 5, 6], который позволяет обеспечить наилучшие температурные, водные и воздушные режимы, необходимые для прораста-

ния семян и дальнейшего развития возделываемых культур.

Проанализировав известные технологии подготовки почвы к посеву, а также гребневого посева пропашных культур, можно заключить, что гребни почвы, как правило, образуют до посева, ротационными и пассивными рабочими органами комбинированных почвообрабатывающих машин и орудий. Семена высевают в вершины гребней почвы пропашными сеялками. Раздельное выполнение вышеуказанных операций увеличивает энергозатраты на реализацию технологии, а также иссушает почву в результате многократных воздействий рабочих органов машин.

Объекты и методы исследований

Для практического осуществления предпосевной подготовки поля и посева пропашных культур по гребневой технологии нами разработана гребневая сеялка [7, 8, 9, 10, 11] (рис. 1), которая рыхлит почву, уничтожает сорняки, создает уплотненное ложе, высевает семена и формирует над ними гребень почвы с требуемыми размерами и плотностью почвы в нем за один проход. На каждой посевной секции гребневой сеялки установлены лапа-сош-

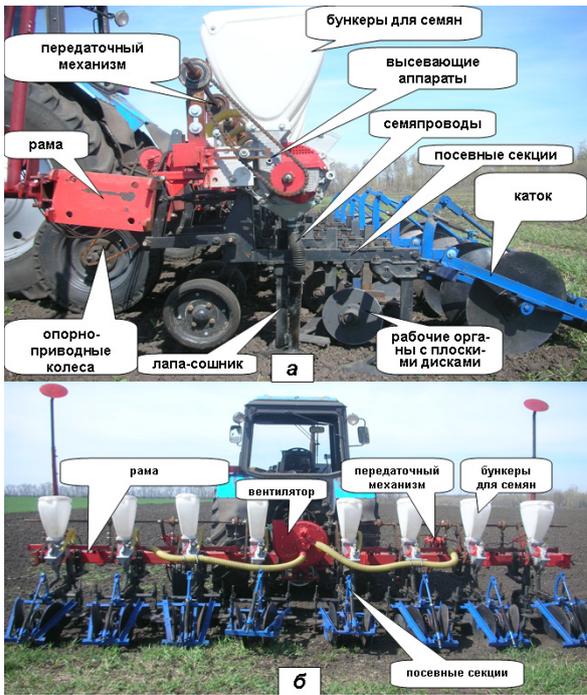


Рис. 1. Гребневая сеялка: а – вид сбоку; б – вид сзади

ник, два рабочих органа с плоскими дисками и каток (рис. 2).

При движении гребневой сеялки по полю стрельчатые лапы разрыхляют верхний слой почвы и подрезают сорняки, а также образуют уплотненное ложе для последующей укладки в него семян. Высевающие аппараты через семяпроводы направляют семена к высевающим трубкам лап-сошников, а высевающие трубки укладывают семена на влажное уплотненное лапой-сошником ложе на глубину 2...3 см. Почва, сходящая с крыльев стрельчатых лап, равномерно покрывает высеянные семена.

Рабочие органы с установленными на них плоскими дисками рыхлят почву и подрезают сорняки стрельчатыми лапами, а плоские диски насыпают на семена рыхлый и прогретый слой почвы, сдвигаемой из междурядий, образуя бугорок почвы над семенами с требуемыми размерами. При движении катка по бугорку почвы, сферические диски, которые установлены выпуклыми сторонами к середине бугорка и под острым углом к направлению движения сеялки, уплотняют боковые стороны бугорка почвы, а прикатывающиеся кольца, на которые оказывает дополнительное воздействие предварительно сжатая пружина, создают требуемую плотность в верхнем слое бугорка почвы и образуют заданную геометрическую форму гребня, представляющую собой трапецию с высотой 6...8 см. Давление прикатывающихся колец катка на верхнюю часть гребня почвы и уплотняющее действие сферических дисков на боковые стороны гребня почвы позволяет не только разрушить комки почвы, но также и сформировать на периферии гребня почвы рыхлый слой, который значительно снижает испарение влаги из почвы.

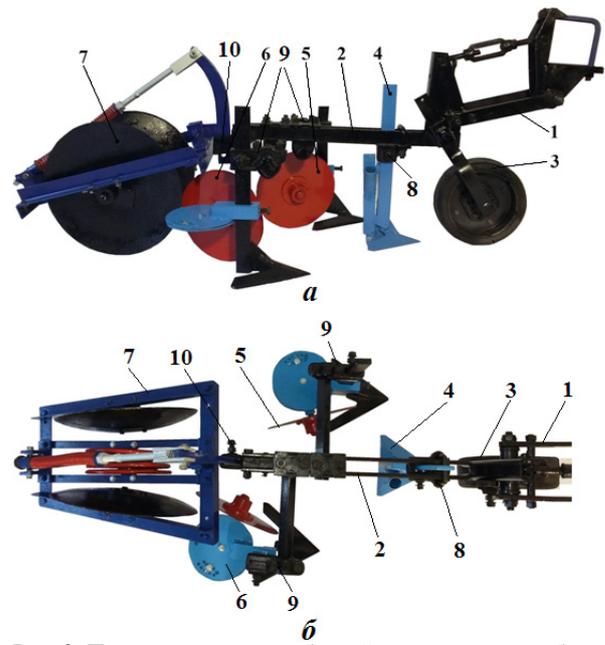


Рис. 2. Посевная секция гребневой сеялки: а – вид сбоку; б – вид сверху; 1 – параллелограммный механизм; 2 – грядиль; 3 – опорное колесо; 4 – лапа-сошник; 5, 6 – рабочие органы с правым и левым плоскими дисками; 7 – каток; 8, 9, 10 – держатели

Результаты и их обсуждение

Каждая посевная секция в процессе прямолинейного перемещения гребневой сеялки работает в «плавающем» режиме, копируя рельеф поверхности поля в вертикальной плоскости. Следовательно, вес посевной секции, с установленными на ней рабочими органами, на опорно-приводные колеса гребневой сеялки существенного влияния не оказывает, и им можно пренебречь.

Предварительно необходимо учесть, что вес грядиля посевной секции, с установленными на нем лапой-сошником и рабочими органами, приходится на опорное колесо посевной секции, а рыхление почвы лапой-сошником и стрельчатыми лапами рабочих органов с плоскими дисками происходит без оборота пласта. Отбрасывание слоя почвы с оборотом в сторону линии высеянных семян осуществляют плоские диски рабочих органов, поэтому сила на перемещение посевной секции

$$T_{\text{пс}} = T_{\text{ок}} + \left[\begin{aligned} & f_{\text{сп}} G_{\text{гр}} + \\ & + k_{\text{сп}} (h_{\text{пос}} b_{\text{лс}} + n_{\text{лг}} h_{\text{г}} b_{\text{гр}}) + \\ & + \epsilon_{\text{сп}} \Pi_{\text{пд}} F_{\text{U/W/X/Vc}}^2 \end{aligned} \right] + T_{\text{к-г}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{ок}}$ – сила, необходимая на перемещение опорного колеса секции, Н;

$f_{\text{сп}}$ – коэффициент сопротивления перемещению посевной секции;

$G_{\text{гр}}$ – вес грядиля с установленными на нем лапой-сошником и рабочими органами с плоскими дисками, Н;

$k_{\text{сп}}$ – удельное сопротивление почвы при культивации, Н/м²;

$h_{\text{пос}}$ – глубина заделки семян лапой-сошником, м;

$b_{\text{лс}}$ – ширина лапы-сошника, м;

$n_{\text{лр}}$ – число стрелчатых лап рабочих органов с плоскими дисками;

$h_{\text{г}}$ – глубина рыхления почвы стрелчатой лапой рабочего органа с плоским диском, м;

$b_{\text{гр}}$ – ширина стрелчатой лапы рабочего органа с плоским диском, м;

$\varepsilon_{\text{сп}}$ – коэффициент пропорциональности, учитывающий сопротивление почвы при отбрасывании пласта, (Н·с²/м⁴);

$n_{\text{пд}}$ – число плоских дисков рабочих органов [12];

$F_{U/W/X}$ – площадь поперечного сечения борозды, образуемой каждым плоским диском при формировании бугорка почвы, м²;

$T_{\text{к-г}}$ – сила, необходимая на перемещение катка, Н.

Сила, необходимая на перемещение колеса посевной секции,

$$T_{\text{ок}} = 0,86 \sqrt[3]{\frac{G_{\text{ок}}^4}{q b_{\text{ок}} D_{\text{ок}}^2}}, \quad (2)$$

где $G_{\text{ок}}$ – вес опорного колеса секции, Н;

$b_{\text{ок}}$ – ширина опорного колеса секции, м;

$D_{\text{ок}}$ – диаметр опорного колеса секции, м.

Площадь поперечного сечения борозды, м², образуемой каждым плоским диском при формировании бугорка почвы при угле атаки $\alpha_{\text{пд}}^{\text{п}}$, определим по формуле [13]:

по формуле [13]:

$$F_{U/W/X} = r_{\text{пд}} \left[\pi r_{\text{пд}} \frac{\theta_{\text{пд}}}{360^\circ} - \sin \frac{\theta_{\text{пд}}}{2} (r_{\text{пд}} - h_{\text{г}}) \right] \sin \alpha_{\text{пд}}^{\text{п}}$$

, (3)

Сила, Н, необходимая на перемещение катка [14]:

$$T_{\text{к-г}} = 0,86 n_{\text{к}} \sqrt[3]{\frac{(G_{\text{к}} + 0,5G_{\text{к-г}})^4}{q \pi r_{\text{ск}} D_{\text{к}}^2}} + f_{\text{сд}} (G_{\text{сд}} + 0,5G_{\text{к-г}}) + n_{\text{сд}} \left[\rho g H_{\text{Б}}^2 \text{ctg} \gamma \text{tg} (\gamma + \varphi_2) \left(\frac{D_{\text{сд}}}{4} + 2H_{\text{Б}} \text{ctg} \gamma \frac{\Omega}{360} \right) + K_{\text{сд}} H_{\text{Б}} r_{\text{сд}} + G^{\text{п}} \text{tg} \varphi_2 \right] + 2 \varepsilon_{\text{сп}} H_{\text{Б}} r_{\text{сд}} v_{\text{с}}^2, \quad (4)$$

Список литературы

- [1] Курдюмов В.И. Энергосберегающие средства механизации гребневого возделывания пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 1(21). - С. 144-149.
- [2] Курдюмов, В.И. Определение плотности почвы после прохода катка-гребнеобразователя / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. - № 4. – С. 27-29.

После подстановки выражений (2), (3) и (4) в выражение (1) определим силу на перемещение одной посевной секции гребневой сеялки:

$$T_{\text{пс}} = 0,86 \sqrt[3]{\frac{G_{\text{ок}}^4}{q b_{\text{ок}} D_{\text{ок}}^2}} + \left\{ f_{\text{сп}} G_{\text{гр}} + k_{\text{сп}} (h_{\text{пос}} b_{\text{лс}} + n_{\text{лр}} h_{\text{г}} b_{\text{гр}}) + \varepsilon_{\text{сп}} n_{\text{пд}} v_{\text{с}}^2 \times \left[\pi r_{\text{пд}}^2 \frac{\theta_{\text{пд}}}{360} - r_{\text{пд}} \sin \frac{\theta_{\text{пд}}}{2} (r_{\text{пд}} - h_{\text{г}}) \right] \sin \alpha_{\text{пд}}^{\text{п}} \right\} + 0,86 n_{\text{к}} \sqrt[3]{\frac{(G_{\text{к}} + 0,5G_{\text{к-г}})^4}{q \pi r_{\text{ск}} D_{\text{к}}^2}} + f_{\text{сд}} (G_{\text{сд}} + 0,5G_{\text{к-г}}) + n_{\text{сд}} \left[\rho g H_{\text{Б}}^2 \text{ctg} \gamma \text{tg} (\gamma + \varphi_2) \left(\frac{D_{\text{сд}}}{4} + 2H_{\text{Б}} \text{ctg} \gamma \frac{\Omega}{360} \right) + K_{\text{сд}} H_{\text{Б}} r_{\text{сд}} + G^{\text{п}} \text{tg} \varphi_2 \right] + 2 \varepsilon_{\text{сп}} H_{\text{Б}} r_{\text{сд}} v_{\text{с}}^2.$$

, (5)

Следовательно, сила на перемещение посевной секции гребневой сеялки, зависит от веса посевной секции $G_{\text{гр}}$, скорости ее перемещения $v_{\text{с}}$, глубины хода лап-сошников $h_{\text{пос}}$ и стрелчатых лап рабочих органов с плоскими дисками $h_{\text{г}}$ в почве, геометрических размеров колес $b_{\text{опк}}$, $b_{\text{ок}}$, $D_{\text{ок}}$, параметров рабочих органов $b_{\text{лс}}$, $b_{\text{гр}}$, $r_{\text{пд}}$, $r_{\text{сд}}$, $\alpha_{\text{пд}}^{\text{п}}$, $\alpha_{\text{сд}}$, а так-

же физико-механических свойств почвы: q , $f_{\text{сп}}$, $k_{\text{сп}}$, $\varepsilon_{\text{сп}}$, γ и φ_2 .

Выводы

Формула (5) определяет соотношение между геометрическими параметрами рабочих органов, глубиной их хода в почве и скоростью перемещения. Силу, необходимую на перемещение посевной секции гребневой сеялки, а, следовательно, и затраты энергии, можно найти, зная конструктивные параметры и физико-механические свойства почв разных типов.

- [3] Курдюмов, В.И. Оптимизация параметров катка-гребнеобразователя / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. - № 1. – С. 15-16.
- [4] Курдюмов, В.И. Универсальный каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. - № 3 (77). – С. 89-95.
- [5] Пат. 84663 Российская Федерация, МПК А01С7/20. Сошник / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2008150959/22, заявл. 22.12.2008; опубл. 20.07.2009, Бюл. № 20.
- [6] Пат. 82985 Российская Федерация, МПК А01С7/20. Сошник / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.В. Бирюков; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2008150958/22, заявл. 22.12.2008; опубл. 20.05.2009, Бюл. № 14.
- [7] Пат. 2443094 Российская Федерация, МПК А01В79/02, А01Г1/00. Способ возделывания пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2010141211/13; заявл. 07.10.2010; опубл. 27.02.2012, Бюл. № 6.
- [8] Пат. 2265305 Российская Федерация, МПК А01С7/00. Способ посева пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2004109411/12; заявл. 29.03.2004; опубл. 10.12.2005, Бюл. № 34.
- [9] Пат. 2435353 Российская Федерация, МПК А01С7/00, А01В49/06. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2010129256/13; заявл. 14.07.2010; опубл. 10.12.2011, Бюл. № 34.
- [10] Пат. 2435352 Российская Федерация, МПК А01С7/00, А01В49/06. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2010129255/13; заявл. 14.07.2010; опубл. 10.12.2011, Бюл. № 34.
- [11] Пат. 108902 Российская Федерация, МПК А01В49/04. Секция сеялки-культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - № 2011100230/13; заявл. 11.01.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 28.
- [12] Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67–72.
- [13] Курдюмов В.И. Обоснование расположения рабочих органов с плоскими дисками по ширине секции гребневой сеялки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. – № 3 (39). – С. 143-147.
- [14] Курдюмов В.И. Теоретическое обоснование силы, требуемой на перемещение катка гребневой сеялки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. – № 3 (27). – С. 116-120.

THEORETICAL JUSTIFICATION OF FORCE NEEDED TO MOVE THE SOWING SECTION OF THE PLANTER RAISED BED

Kurdyumov V.I., Zykin E.S., Artemyev V.V.

Developed by ridge planter, each section of which is equipped with paw-Coulter, two working bodies with flat discs and roller. Application of raised bed planter allows for simultaneous pre-sowing cultivation, sowing seeds, education on line sown seed tubercle of the soil, compaction of mound soil on three sides, and finally form a ridge of soil to the desired dimensions and density of soil in it. The article considers the process of formation of the crest of the soil working bodies of the planter raised bed, as well as in theory the force required to move one section of the raised bed seed planter. The research identified that each of the sowing section is in the process of rectilinear movement raised bed planter works in «floating» mode, therefore, the weight of the sowing section, with mounted working bodies, the support-drive wheels raised bed planter does not have significant influence and can be neglected. The weight of the frame sides of the sowing section, installed on the paw-opener and two working bodies with flat discs, have on the support wheel of the sowing section, and loosening the soil with a paw-coulters and sweeps the working bodies with flat discs occurs without a turnover of the reservoir. Additional vertical load of the compression of the spring roller, evenly distributed on the press ring (50 %) and spherical discs (50 %). Theoretical studies of the process of ridge for sowing allowed to reveal that the force required to move one of the sowing section of the planter raised bed, hanging from the weight of the seed section, the speed of displacement of the depth of the

tines and coulters of the Lancet paws working bodies with flat disks in the soil, the geometrical dimensions of the wheels, the parameters of working bodies, as well as physico-mechanical properties of the soil.

Keywords: *technology, planting, ridge tillage, cultivation, compaction.*

References

- [1] Kurdyumov V.I. Energy saving mechanization ridge cultivation of row crops / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. - 2013. – № 1 (21). – Pp. 144-149.
- [2] Kurdyumov, V. I. Determination of density of soil after the passage of the rink-rotary cultivator / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin // Mechanization and electrification of agriculture. – 2007. - No. 4. – Pp. 27-29.
- [3] Kurdyumov, V.I. Optimization of parameters of the rink-rotary cultivator / V. I. Kurdyumov, E.S. Zykin // Technique in agriculture. – 2007. - No. 1. – Pp. 15-16.
- [4] Kurdyumov, V.I. Universal rink-rotary cultivator / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin, I.A. Sharonov // Bulletin of Altai state agrarian University. – 2011. - № 3 (77). – Pp. 89-95.
- [5] Pat. 84663 Russian Federation, IPC A01C7/20. Coulter / I.V. Kurdyumov, E.S. Zykin, I.V. Biryukov; applicant and patentee FGOU VPO «Ulyanovsk state agricultural Academy». No 2008150959/22, Appl. 22.12.2008; publ. 20.07.2009, bull. No. 20.
- [6] Pat. 82985 Russian Federation, IPC A01C7/20. Coulter / I. V. Kurdyumov, E. S. Zykin, I. V. Biryukov; applicant and patentee FGOU VPO «Ulyanovsk state agricultural Academy». No 2008150958/22, Appl. 22.12.2008; publ. 20.05.2009, bull. No. 14.
- [7] Pat. 2443094 Russian Federation, IPC A01B79/02, A01G1/00. The method of cultivation of tilled crops / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin; applicant and patentee FGOU VPO «Ulyanovsk state agricultural Academy». No 2010141211/13; Appl. 07.10.2010; publ. 27.02.2012, bull. No. 6.
- [8] Pat. 2265305 Russian Federation, IPC A01C7/00. Method of planting row crops / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin; applicant and patentee FGOU VPO «Ulyanovsk state agricultural Academy». No 2004109411/12; Appl. 29.03.2004; publ. 10.12.2005, bull. No. 34.
- [9] Pat. 2435353 Russian Federation, IPC A01C7/00, A01B49/06. Ridge seeder / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin; applicant and patentee FGOU VPO «Ulyanovsk state agricultural Academy». No 2010129256/13; Appl. 14.07.2010; publ. 10.12.2011, bull. No. 34.
- [10] Pat. 2435352 Russian Federation, IPC A01C7/00, A01B49/06. Ridge seeder / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin; applicant and patentee FGOU VPO «Ulyanovsk state agricultural Academy». No 2010129255/13; Appl. 14.07.2010; publ. 10.12.2011, bull. No. 34.
- [11] Pat. 108902 Russian Federation, IPC A01B49/04. Section of seeder-cultivator / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin, I.A. Sharonov; applicant and patentee FGOU VPO «Ulyanovsk state agricultural Academy». No 2011100230/13; Appl. 11.01.2011; publ. 10.10.2011, bull. No. 28.
- [12] Analiz protsessy dvizheniya vozdukh vnutri kozhukha botvoudalyayushchego rabocheho organa s obosnovaniem optimal'nogo ugla naklona nozhei / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. № 4 (28). S. 67–72.
- [13] Kurdyumov V.I. Justification of the location of the working bodies with flat discs at the section width of a raised bed planter / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. - 2014. – № 3 (39). – Pp. 143-147.
- [14] Kurdyumov V.I. Theoretical justification of force required to move the rink raised bed planter / V.I. Kurdyumov, E.S. Zykin // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. - 2017. – № 3 (27). – Pp. 116-120.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КАТКА

Шаронов И.А., Егоров А.С., Курдюмов В.И.

Разработан эксцентриковый почвообрабатывающий каток, который позволяет обеспечить требуемое качество обработки почвы и повысить урожайность возделываемых культур. Основное преимущество предложенного эксцентрикового катка состоит в том, что в процессе его перекачивания по поверхности почвы создается дополнительная динамическая сила, повышающая степень уплотнения почвы и интенсивность разрушения почвенных комков при одной и той же массе катка. В результате теоретических исследований процесса поверхностной обработки почвы с использованием предложенного катка, получено выражение для определения динамической силы в зависимости от конструктивно-режимных параметров катка. Кроме того, установлены взаимосвязь тягового усилия от его конструктивных параметров, что позволяет определить направления снижения энергоемкости процесса поверхностной обработки.

Ключевые слова: прикатывание, плотность почвы, эксцентриковый каток, коэффициент соответствия эталону, экспериментальные исследования.

Введение

В настоящее время почвообрабатывающие катки играют важную роль при обработке почвы. Они выравнивают и уплотняют ее поверхностный слой, дробят и разрушают почвенные комки, что существенно повышает не только всхожесть семян, но и равномерность всходов, увеличивая урожай. Однако современные катки имеют ряд недостатков [1, 2, 3]: неоднородность плотности почвы по поверхности поля, низкое качество крошения комков почвы, сложность конструкции и, в результате, высокая металлоемкость.

Объекты и методы исследований

На основе анализа конструкций катков [4, 5], с целью улучшения дробления комков почвы и равномерности плотности прикатывания по поверхности поля, нами создан инновационный эксцентрико-

вый каток [6, 7, 8, 9, 10], который сочетает в себе преимущества разнохарактерного воздействия его рабочих органов на одни и те же участки поверхности почвы. Каток (рисунок 1) содержит раму 1 и установленные на ней друг за другом одинаковые пустотелые цилиндры 2 и 3. Цилиндры 2 и 3 установлены на раме 1 на осях 4. На осях 4 цилиндров 2 и 3 с одной стороны установлены звездочки 5, соединенные цепью 6, натяжение которой регулируется звездочкой 7. Оси 4 цилиндров 2 и 3 установлены эксцентрично и смещены от горизонтальных осей симметрии цилиндров на одинаковые расстояния, при этом ось цилиндра 2 смещена от его горизонтальной оси симметрии в сторону, противоположную направлению смещения оси цилиндра 3. Рама 1 катка оснащена прицепным устройством 8.

Эксцентриковый почвообрабатывающий каток работает следующим образом. При вращении пустотелых цилиндров 2 и 3 эксцентрично установленная относительно оси 4 часть цилиндра 2,

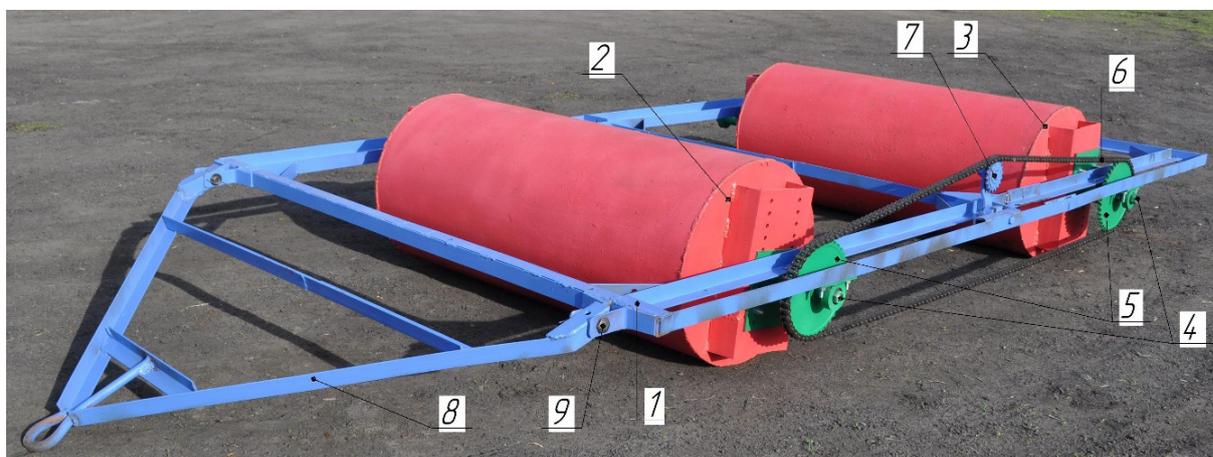


Рис. 1. Эксцентриковый почвообрабатывающий каток: 1 – рама; 2, 3 – пустотелые цилиндры; 4 – оси пустотелых цилиндров; 5 – звездочки; 6 – цепь роликовая; 7 – натяжная звездочка; 8 – прицепное устройство; 9 – шарнир

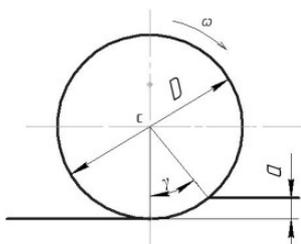


Рис. 2. К обоснованию минимального диаметра цилиндра

имеющая большую массу, перекачивается по одному участку поверхности поля, а часть цилиндра 2, имеющая меньшую массу, перекачивается по следующему участку поверхности поля. Затем эксцентрично установленная относительно оси 4 часть цилиндра 3, имеющая меньшую массу, перекачивается по участку поверхности поля, который предварительно был уплотнен частью цилиндра 2, имеющей большую массу. И наоборот, эксцентрично установленная относительно оси 4 часть цилиндра 3, имеющая большую массу, перекачивается по участку поверхности поля, который был уплотнен частью цилиндра 2, имеющей меньшую массу. При этом достигается более интенсивное крошение комков почвы эксцентрично расположенными относительно своих горизонтальных осей симметрии частями цилиндров 2 и 3.

Смещение оси 4 цилиндра 2 от его горизонтальной оси симметрии в сторону, противоположную направлению смещения оси 4 цилиндра 3 от его горизонтальной оси симметрии позволяет сохранить постоянство плотности почвы после прохода пустотелых цилиндров 2 и 3 катка и обеспечить высокое качество прикатывания почвы и крошения комков. Интенсивность крошения почвенных комков при повышенной их твердости можно дополнительно повысить, увеличив скорость агрегата и величину эксцентриситета.

Результаты и их обсуждение

В ходе аналитического исследования процесса работы эксцентрикового катка была выявлена зависимость динамической силы от массы катка, эксцентриситета и углового ускорения пустотелых цилиндров:

$$F_{\text{дин}} = m_p e / 6, \quad (1)$$

где m_p – масса рамы катка с балластом, кг;
 e – эксцентриситет оси пустотелого цилиндра, м;

φ'' – мгновенное угловое ускорение цилиндра

катка, c^2 .

Мгновенное угловое ускорение цилиндра катка

$$\varphi'' = (F_{\text{тр}} R + S_x e \cos \alpha - S_y e \sin \alpha) / m \rho^2, \quad (2)$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения пустотелого цилиндра о почву, Н;

R – радиус пустотелого цилиндра катка, м;

S_x и S_y – горизонтальная и вертикальная реакции пустотелого цилиндра от воздействия рамы соответственно, Н;

φ – угол поворота эксцентрично

установленной оси пустотелого цилиндра катка относительно вертикальной оси y , град.;

m – масса пустотелого цилиндра катка, кг;

ρ – радиус инерции пустотелого цилиндра катка, м.

С учетом выражения (2) и того, что $F_{\text{тр}} = fN = fg(m + 0,5m_p)$; $S_x = T = F_{\text{тр}} = fg(m + 0,5m_p)$; $S_y = 0,5 m_p g$

где T – сила тяги, Н;

f – коэффициент трения;

g – ускорение свободного падения, m/c^2 ,

уравнение (1) примет вид:

$$F_{\text{дин}} = m_p e g \left\{ \left[\frac{f(m + 0,5m_p)(R + e \cos \alpha) - 0,5m_p e \sin \alpha}{6m\rho^2} \right] \right\}. \quad (3)$$

При оценке эксплуатационных характеристик машинно-тракторного агрегата в процессе обработки почвы важным показателем является мощность P , затрачиваемая на перекачивание катка по полю. Этот критерий определяет расход топливо-смазочных материалов, что влияет на эксплуатационные затраты при обработке почвы.

Уплотняющая способность катка зависит от m_p – массы рамы катка с балластом, кг, и ширины захвата B , м. Уплотняющую способность принято выражать через удельное давление $p_{\text{уд}}$, Н/м, приходящееся на 1 м ширины катка:

$$p_{\text{уд}} = g m_p / B, \quad (4)$$

где g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

При перекачивании цилиндра впереди него образуется почвенный валик, высота которого зависит от глубины следа и от диаметра пустотелого цилиндра (рисунок 2). Для нормальной работы катка угол обхвата обода пустотелого цилиндра почвой γ не должен быть больше 20° :

В этом случае почвенный валик перед катком имеет незначительный размер. Как следует из рисунка 2,

$$\cos \gamma = 1 - \frac{2a}{D}, \quad (5)$$

где a – глубина колеи, м;

D – диаметр пустотелого цилиндра, м.

Задаваясь глубиной колеи пустотелого цилиндра и углом обхвата, можно определить минимальный диаметр цилиндра:

$$D \geq \frac{2a}{1 - \cos \gamma}. \quad (6)$$

Тяговое усилие, Н, для перемещения катка по ровной поверхности

$$F_{\text{тяг.}} = \sqrt{\frac{G^4}{KBD^2}}, \quad (7)$$

где G – сила тяжести катка, Н;

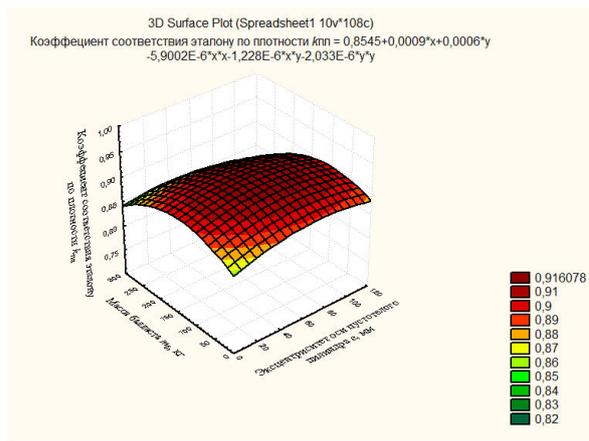
K – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³.

С учетом того, что в конструкции эксцентрикового катка два пустотелых цилиндра, тяговое усилие можно рассчитать по следующей формуле:

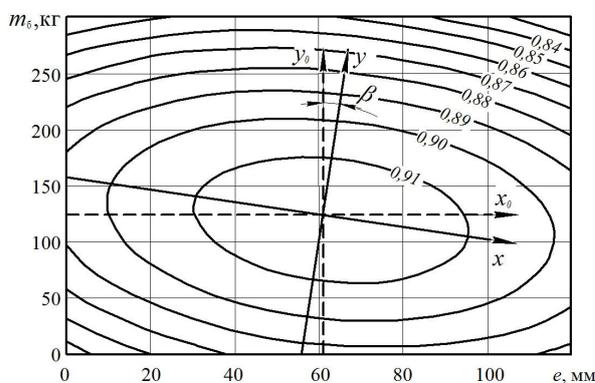
$$F_{\text{тяг.}} = \sqrt{\frac{G_1^4}{K_1BD^2} + \frac{G_2^4}{K_2BD^2}} = \sqrt{\frac{1}{BD^2} \left(\frac{G_1^4}{K_1} + \frac{G_2^4}{K_2} \right)}, \quad (8)$$

где K_1 и K_2 – коэффициент объемного смятия почвы соответственно первым и вторым пустотелым цилиндром, Н/м³.

Следовательно, усилие на перемещение катка зависит от его массы, ширины и диаметра цилиндров, а также от свойств почвы.



а)



б)

Рис. 3. Поверхность отклика (а) и ее двухмерное сечение (б) от взаимодействия массы балласта m_6 и эксцентриситета e и их совместного влияния на коэффициент соответствия эталону k_p

На процесс обработки почвы эксцентриковым катком влияет множество различных факторов, из которых были выбраны следующие независимые факторы: v – скорость движения катка, км/ч; m_6 – масса балласта, кг; e – эксцентриситет оси пустотелого цилиндра, мм. В качестве критерия оптимизации принят коэффициент соответствия эталону k_p [11, 12], который характеризует качество прикатывания с позиции соответствия плотности почвы агротехническими требованиями:

$$k_p = 0,01[1 - (|\rho_{\text{опт}} - \rho_3| / \rho_{\text{опт}})], \quad (9)$$

где $\rho_{\text{опт}}$ – оптимальная плотность почвы на глубине заделки семян, установленная в соответствии с агротребованиями, кг/м³;

ρ_3 – плотность почвы, полученная после проведения эксперимента [13, 14, 15], кг/м³.

При полном соответствии плотности посевного слоя почвы агротехническим требованиям $k_p = 1$.

После обработки результатов проведенных опытов получены адекватные математические модели процесса прикатывания почвы почвообрабатывающим катком в натуральных значениях факторов [16]. Уравнение регрессии, характеризующее влияние m_6 и эксцентриситета e на коэффициент соответствия эталону, имеет следующий вид:

$$k_p = 0,8545 - 0,000006e^2 - 0,000002m_6^2 + 0,0009e + 0,0006m_6 - 0,0000012em_6, \quad (10)$$

Графическое изображение поверхности отклика и ее двухмерное сечение представлено на рисунке 3.

После обработки результатов экспериментальных исследований, было выявлено, что после прохода предлагаемого нами эксцентрикового катка коэффициент соответствия эталону $k_p = 0,99$ ($\rho_3 = 1211$ кг/м³), что полностью удовлетворяет агротехнически заданному пределу $k_p = 0,92 \dots 1$, при котором плотность почвы ρ на глубине заделки семян находится в пределах 1100...1300 кг/м³. Такое значение k_p достигается при скорости движения агрегата $v = 11,7$ км/ч, массе балласта $m_6 = 126$ кг и эксцентриситете $e = 61$ мм.

Выводы

В результате теоретических исследований процесса работы эксцентрикового катка выявлено, что при его движении возникает динамическая сила, которая повышает интенсивность крошения почвенных комков и обеспечивает дополнительное уплотнение семенного слоя почвы. Экспериментальные исследования эксцентрикового катка позволили определить его оптимальные параметры, при которых коэффициент соответствия эталону $k_p = 0,99$, что по сравнению с наиболее часто применяемым кольчато-шпоровым катком 3 ККШ-6 лучше на 24 % ($k_p = 0,75$).

Список литературы

- [1] Зыкин Е.С. Оптимизация режимных параметров катка-гребнеобразователя [Текст] / Е.С. Зыкин, В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов // Доклады российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 1. – С. 58-60.
- [2] Семенихина Ю.А. Анализ ротационных устройств для выравнивания и уплотнения почвы // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: Сборник научных докладов XVIII Международной научно-практической конференции, 23 – 24 сентября 2015 года, Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. – 303 с.
- [3] Курдюмов В.И. К обоснованию расположения оси колец катка-гребнеобразователя [Текст] / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов // Нива Поволжья. – 2010. – № 1. – С.49-53.
- [4] Курдюмов В.И. Оптимизация конструктивных параметров гребнеобразователя пропашной сеялки [Текст] / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов // Известия международной академии аграрного образования. – 2013. – № 17. – С. 55-59.
- [5] Курдюмов В.И. Оптимизация параметров прикатывающего устройства комбинированного посевного агрегата [Текст] / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, Е.С. Зыкин, Е.Н. Прошкин, В.Е. Прошкин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 1. – С. 34-37.
- [6] Курдюмов В.И., Шаронов И.А., Егоров А.С. Орудие для прикатывания почвы. Патент RU № 2564486. Оpubл. 10.10.2015, Бюл. № 28.
- [7] Курдюмов В.И., Шаронов И.А., Егоров А.С. Орудие для прикатывания почвы. Патент RU № 2567207. Оpubл. 10.11.2015, Бюл. № 31.
- [8] Курдюмов В.И., Шаронов И.А., Егоров А.С. Орудие для прикатывания почвы. Патент RU № 2567208. Оpubл. 10.11.2015, Бюл. № 31.
- [9] Курдюмов В.И., Шаронов И.А., Егоров А.С. Орудие для прикатывания почвы. Патент RU № 152307. Оpubл. 20.05.2015, Бюл. № 14.
- [10] Курдюмов В.И., Шаронов И.А., Егоров А.С. Орудие для прикатывания почвы. Патент RU № 152380. Оpubл. 27.05.2015, Бюл. № 15.
- [11] Курушин В.В. Определение конструктивных параметров катка-гребнеобразователя [Текст] / В.В. Курушин, И.А. Шаронов, В.И. Курдюмов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 131-135.
- [12] Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования почвообрабатывающего катка [Текст] / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, В.Е. Прошкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 141-145.
- [13] Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования универсального катка-гребнеобразователя [Текст] / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, И.А. Шаронов, В.П. Зайцев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4. – С. 107-112.
- [14] Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Шаронов И.А., Курушин В.В., Прошкин В.Е., Егоров А.С. Устройство для определения плотности почвы. Патент на полезную модель RU № 149064. Оpubл. 20.12.2014, Бюл. № 35.
- [15] Курдюмов В.И., Зыкин Е.С. Технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур. - Ульяновск: Вега-МЦ, 2017. – 320 с.
- [16] Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. 2015. № 4 (28). С. 67–72.

RESEARCH RESULTS OF THE SOFTWARE

Kurdyumov V.I., Sharonov I.A., Egorov A.S.

An eccentric soil-cultivating skating rink has been developed, which allows to provide the required quality of soil cultivation and increase the yield of cultivated crops. The main advantage of the proposed eccentric roller is that during its rolling over the surface of the soil an additional dynamic force is created, increasing the degree of compaction of the soil and the intensity of the destruction of soil lumps at the same mass of the rink. As a result of theoretical studies of the process of surface tillage using the proposed roller, an expression was obtained for determining the dynamic force as a function of the structural and operating parameters of the roller. In addition, a relationship is established between the power required to roll the roller and the dependence of the tractive effort on its design parameters, which makes it possible to

determine the directions for reducing the energy intensity of the surface treatment process.

Keywords: *packing, soil density, eccentric roller, coefficient of conformity to the standard, experimental studies.*

References

- [1] Zykin, E. S. Optimization of operating parameters of the rink forming ridges of soil [Text] / E. S. Zykin, V. I. Kurdyumov, I. A. Sharonov // Reports of Russian Academy agricultural Sciences. – 2013. – No. 1. – P. 58-60.
- [2] Semenikhina Yu. A. Analysis of the rinks devices for leveling and compaction soil // improving the efficiency of resource use in the production of agricultural products – new technologies and a new generation of technology for crop production and animal husbandry: Collection of scientific papers of the XVIII International scientific and practical conference, 23 – 24 September 2015, Tambov: Publishing house Pershin R. V., 2015. – 303 p.
- [3] Kurdyumov V. I. To justify the location of the axis of rinks to forming ridges of soil [Text] / V. I. Kurdyumov, I. A. Sharonov // Niva Povolzhya. – 2010. – No. 1. – P. 49-53.
- [4] Kurdyumov V. I. Optimization of the design parameters of the device for the formation of ridges of soil cultivator drill [Text] / V. I. Kurdyumov, E. S. Zykin, I. A. Sharonov // Proceedings of the international Academy of agrarian education. – 2013. – No. 17. – P. 55-59.
- [5] Kurdyumov V. I. Optimization of parameters of the rink combined sowing unit [Text] / V. I. Kurdyumov, I. A. Sharonov, E. S. Zykin, E. N. Proshkin, V. E. Proshkin, // Agricultural machinery and technologies. – 2014. – No. 1. – S. 34-37.
- [6] Kurdyumov V. I., Sharonov I. A., Egorov A. S. Rink for reconsolidation of the soil. Patent for invention RU № 2564486. Publ. On 10.10.2015, Bulletin No. 28.
- [7] Kurdyumov V. I., Sharonov I. A., Egorov A. S. Rink for reconsolidation of the soil. Patent for invention RU № 2567207. Publ. On 10.11.2015, Bulletin No. 31.
- [8] Kurdyumov V. I., Sharonov I. A., Egorov A. S. Rink for reconsolidation of the soil. Patent for invention RU № 2567208. Publ. On 10.11.2015, Bulletin No. 31.
- [9] Kurdyumov V. I., Sharonov I. A., Egorov A. S. Rink for covering soil. Patent for useful model RU № 152307. Publ. 20.05.2015, Bulletin No. 14.
- [10] Kurdyumov V. I., Sharonov I. A., Egorov A. S. Rink for covering soil. Patent for useful model RU № 152380. Publ. 27.05.2015, Bulletin No. 15.
- [11] Kurushin, V. V. Determination of design parameters of the rinks for the formation of ridges of soil [Text] / V. V. Kurushin, I. A. Sharonov, V. I. Kurdyumov // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural Academy. – 2015. – No. 3. – P. 131-135.
- [12] Kurdyumov V. I. Experimental studies of tillage rink [Text] / V. I. Kurdyumov, I. A. Sharonov, V. E., Proshkin // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural Academy. – 2014. – No. 2. – P. 141-145.
- [13] Kurdyumov V. I. Experimental studies of the universal rink for the formation of ridges of soil [Text] / V. I. Kurdyumov, E. S. Zykin, I. A. Sharonov, Yu // Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy. – 2011. – No. 4. – P. 107-112.
- [14] Kurdyumov V. I., Zykin E. S., Sharonov I. A., Kurushin V. V., Proshkin V. E., Egorov A. S. Device for determining the density of the soil. Patent for useful model RU № 149064. Publ. 20.12.2014, Bulletin No. 35.
- [15] Kurdyumov V.I., Zykin E.S. Tekhnologiya i sredstva mekhanizatsii grebnevoogo vozdeleyvaniya propashnykh kul'tur. - Ul'yankovsk: Vega-MTs, 2017. – 320 p.
- [16] Analiz protsessy dvizheniya vozdukh vnutri kozhukha botvoudalyayushchego rabochego organa s obosnovaniem optimal'nogo ugla naklona nozhei / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.E. Kashirin // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. 2015. № 4 (28). S. 67–72.

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 637.146.32

ОБОГАЩЕНИЕ ЙОГУРТОВ КОМПОНЕНТАМИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Иванова И.В., Ионов М.С., Кравченко М.Ю., Родионов Ю.В.

В работе представлен способ получения натурального продукта функционального назначения общего потребления и для специальных групп населения путем обогащения йогурта. На сегодняшний день основными требованиями к современным технологиям производства является расширение ассортимента продуктов питания, удовлетворение вкусов и запросов широких слоев населения. Это осуществляется за счет обогащения продуктов растительными компонентами. Плохая экология, стрессы, повышенная утомляемость, нехватка витаминов и минеральных веществ в рационе человека, ведет к развитию хронических заболеваний. Возникает необходимость потребления качественных и полезных продуктов. Применение в технологии производства обогатителей на основе растительных компонентов в свежем или сушеном виде, позволит расширить ассортимент и повысить общую пищевую ценность продуктов.

Ключевые слова: функциональное питание, растительные компоненты, функциональные молочные продукты, обогащенные йогурты.

Введение

Рассматривая перспективы развития кисломолочной промышленности можно выделить одно из направлений – обогащение кисломолочных напитков продуктами переработки сельского хозяйства. В данной статье представлены способы обогащения кисломолочных продуктов на примере йогурта.

Йогурт – кисломолочный продукт с повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, произведенный с использованием заквасочных микроорганизмов (термофильных молочнокислых стрептококков и болгарской молочнокислой палочки) [1,4].

Объекты и методы исследований

Усвоение йогурта происходит лучше цельного молока. Он содержит больше витаминов, чем молоко ввиду жизнедеятельности заквасочных микроорганизмов. Сравнительный нутриентный баланс йогурта и цельного молока представлен в таблице 1. Из таблицы 1 видно преимущество нутриентного состава йогурта перед цельным молоком по белку, витамину В₂, В₆, холину, витамину С, РР, кальцию, магнию, натрию, фосфору, железу, кобальту, молибдену и хромю.

Йогурт могут употреблять люди, не переносящие молочный белок, содержащийся в свежем молоке. Под действием молочной кислоты, образующейся в результате жизнедеятельности бактерий, молочный белок распадается в виде мелких хлопьев, что повышает его усвояемость.

К целевой группе, употребляющей йогурты в России относятся все возрастные группы населения. Йогурты с фруктовыми наполнителями покупают преимущественно молодые люди от 16-35 лет, более взрослое население нашей страны предпочитает продукт без фруктовых добавок [5].

В зависимости от вносимых немолочных компонентов йогурты подразделяются:

- йогурты без компонентов;
- йогурты с компонентами;
- йогурт, изготавливаемый с пребиотиками;
- йогурт с пробиотиками, может выпускаться с приставкой «био-».

Производство йогурта осуществляется двумя способами - термостатным и резервуарным, отличающиеся тем, что при первом способе созревание йогурта осуществляется непосредственно после расфасовки в тару, а при резервуарном расфасовывают уже готовый продукт. В целом эти два способа имеют ряд общих технологических операций, а готовый продукт по пищевой ценности не имеет существенных отличий.

В настоящее время все большие обороты набирают исследование и производство функциональных продуктов, которые:

- получают из природных ингредиентов и содержат большое количество биологически активных веществ;
 - должны входить в ежедневный рацион питания человека;
 - при потреблении регулируют обменные процессы в организме, улучшая здоровье потребителя;
- Современная пищевая промышленность по-

Таблица 1 – Нутриентный баланс молока цельного и йогурта жирностью 3,2% [2]

	Нутриентный баланс цельного молока свежего 3,2 % жирности, 100 г	Нутриентный баланс 100 г йогурта жирностью 3,2 %, %
Калорийность, кКал/сут	4,28	4,78
Белки, г	3,9	6,1
Жиры, г	5,08	4,92
Углеводы, г	3,75	2,73
<i>Витамины, мг</i>		
Витамин А, мг	5,1	2,4
Витамин В ₁ (тиамин), мг	3,1	2,7
Витамин В ₂ (рибофлавин), мг	9,4	11,1
Витамин В ₅ (пантотеновая кислота), мг	7,5	6,2
Витамин В ₆ (пиридоксин), мг	1,8	2,5
Витамин В ₉ (фолиевая кислота), мкг	1,3	-
Витамин В ₁₂ , мкг	15	14,3
Холин	2,9	8
Витамин С, мг	-	0,7
Витамин Е (ТЭ), мг	0,5	-
Витамин D, мг	13	-
Витамин К (филлохинон), мкг	0,3	-
Витамин РР (ниациновый эквивалент), мг	0,4	7
<i>Макроэлементы</i>		
Кальций, мг	11,3	12,2
Магний, мг	2,5	3,8
Натрий, мг	3,3	4
Калий, мг	5,3	5,9
Фосфор, мг	10,5	12
<i>Микроэлементы</i>		
Цинк, мг	3,1	3,3
Железо, мг	0,2	0,6
Медь, мкг	2,5	1
Марганец, мг	0,2	0,3
Селен, мкг	6,7	3,6
Цинк, мкг	3,1	3,3
Кобальт, мкг	-	10
Молибден, мкг	-	7,1
Хром, мкг	-	4
<i>Пищевые волокна, г</i>	0	

лучает функциональные продукты [6] в основном за счет обогащения компонентами растительного происхождения в свежем или высушенном виде, но, к сожалению, ассортимент ее в России не велик, из-за отсутствия взаимодействия производства и научной сферы. Если сравнить потребление пектина и органических кислот российских жителей и европейских, то первый значительно уступают, что представляет собой серьезную опасность для здоровья. Поэтому необходимо как можно шире использовать лечебно-профилактические свойства плодовых и ягодных растений и овощей. Один из путей решения проблемы - улучшение качества продуктов питания и расширения сырьевой базы для перерабатывающей промышленности – использование сырья произрастающего на территории Центрального федерального округа.

Плоды и ягоды являются источником биологически активных веществ, особенно макро- и микроэлементов, витаминов и органических кислот, которые содержатся в них в легкоусвояемой форме и в оптимальных для человеческого организма соотношениях. Они могут обеспечить около половины суточной потребности человека в витаминах и микроэлементах, а также являются прекрасным сырьем для пищевой промышленности. Могут стать отличным заменителем поставляемого импортного сырья на предприятия. Только существует проблема сохранения природных свойств растительных компонентов, особенно, тех, которые имеют высокую влажность, например, ягоды, но бесценны по своему нутриентному составу. В настоящее время существует технология переработки данного вида продукции за счет использования двухступенчатой конвективной вакуум-импульсной сушки [2], позволяющей получить продукт высокого качества с высокой степенью сохранения витаминов, а в частности витамина С.

Среди плодово-ягодных растений черная смородина занимает одно из первых мест по содержанию микронутриентов. По содержанию витаминов красная смородина превосходит апельсины, лимоны, землянику и обладает антиоксидантными свойствами, которые обуславливаются наличием в ягодах витамина С.

Ягоды черной смородины характеризуются ценным химическим составом. Они богаты витаминами С, Р, В₁, В₂, микроэлементами, пектиновыми, дубильными и красящими веществами, органическими кислотами, сахарами, эфирным маслом также в их состав входят антоцианы, пигменты, флавоноиды. Красная смородина – богата глюкозой и фруктозой, практически при полном отсутствии сахарозы, что очень важно при производстве диетических продуктов. Ягоды красной смородины и продукты их переработки обладают тонизирующим действием, улучшают аппетит, повышают усвояемость пищи, усиливают перистальтику кишечника. Эту культуру используют в производстве продукции для детского питания, для людей, страдающих

сердечно-сосудистыми заболеваниями и сахарным диабетом.

Результаты и их обсуждение

На основе проведенных исследований были выявлены наиболее богатые по содержанию микронутриентов растительные продукты - черная и красная смородина, особенности состава которых при использовании в качестве добавки в йогурты не только повысит их пищевую ценность, но и усвояемость витаминов, содержащихся в данном кисломолочном продукте.

Список литературы

- [1] Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / Г.В. Горбатова// СПб.: Гиорд, 2004.-320с.
- [2] Иванова Е.П. Вакуумная техника и технологии в производстве продуктов питания функционального назначения / Е.П. Иванова, И.В.Иванова, Ю.В. Родионов, // Инновационные технологии в производстве функциональных продуктов питания: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 16-18 декабря, 2014г - Мичуринск: Изд-во ООО «БИС», 2014.150 с. Ю.Г. Скрипникова. Мичуринск-наркоград, 2011. С.210-213.
- [3] Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян// Справочник.-М.: ДеЛи принт, 2007.-276с.
- [4] Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева и др.// - М.: Агропромиздат, 1991. - 462с.
- [5] Тихомирова Н.А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов / Н.А. Тихомирова// ДеЛи принт, М. - 2007.-560с.
- [6] Тихомирова Н.А. Технология продуктов функционального питания / Н.А. Тихомирова Н.А.// Изд.2-е, доп. и перераб.- М.: «Франтера», 2007.-246с.

Выводы

Таким образом, объединяя полезные свойства йогуртов и высокую пищевую ценность красной и черной смородины можно получить уникальный продукт для пищеварения, который не только будет отличаться повышенным нутриентный составом, но и оказывать общее благотворное действия на пищеварительную и кровеносную систему человека, в целом оздоравливая организм.

ENRICHMENT OF YOGHURT WITH VEGETABLE COMPONENTS

Ivanova I.V., Ionov M.S., Kravchenko M.Y., Rodionov Yu.V.

The paper presents a method of producing a natural product of the functional purpose of general consumption and for special populations through the enrichment of yoghurt. Today, the main requirements of modern production technologies is to expand the range of food products, satisfying the tastes and demands of the general population. This can be done with the help of products of enrichment plant components. Modern man lives in the rhythm of the big city. The bad ecology, stress, fatigue, lack of vitamins and minerals in the human diet, leads to the development of chronic diseases. There is a need for the consumption of high-quality and healthy products. The use of technology dresser based on vegetable components, will expand the assortment and satisfy consumers in terms of health benefits and increase the nutritional value of products.

Keywords: *functional food, yogurt classification, functional dairy products, fortified yogurt.*

References

- [1] Gorbato, K. Biochemistry of milk and milk products / G. V. Gorbato// SPb.:Giord, 2004.-320с.
- [2] Ivanova, E. P. Vacuum equipment and technologies in the Pro-production of food products of functional purpose / E. P. Ivanova, I. B. Ivanov, Yu. V. Rodionov, // Innovative technologies in production of functional food products: materials vseros. scientific.-pract. Conf. December 16-18, 2014 - Michurinsk: Publishing house of BIS, OOO, 2014.150 S. Yu. G. Skripnikov. Michurinsk-Naukograd, 2011. P. 210-213.
- [3] Skurikhin, I. M., Tutelyan V. A. Table of chemical composition and calorific value of Russian food / I. M. Skurikhin, V. A. Tutelyan// Reference.-M.: De-Li print, 2007.-276с.
- [4] Tverdokhle, G. V. Technology of milk and milk products / G. V. Tverdohleb, Z. Dilanyan, Chekulaeva L. V. etc.// - M: Agropromizdat, 1991. - 462с.

- [5] Tikhomirova, N. Technology and organization of production of milk and dairy products / N.. Tikhomirov// Delhi print, M. - 2007.-560с.
- [6] Tikhomirova, N. Technology of functional food / N.. Tikhomirova N..// Ed.2nd, Rev. and extra - М.: «Frantera», 2007.-246с.

УДК 664.769

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЛАЖНОСТИ И ИНДЕКСА РАСШИРЕНИЯ ЭКСТРУДАТА ОВСА

Фролов Д.И., Курочкин А.А.

Объектом исследования является экструдер с вакуумной камерой. Для получения заданных свойств экструдата овса с помощью математического моделирования и платформы Microsoft.NET Framework на языке C# разработана прикладная программа, позволяющая осуществить расчет моделируемых свойств экструдата овса на основе начальных значений. Цель данного исследования – разработка прикладной программы для получения оперативной информации в части результатов моделируемых свойств экструдата овса (влажность экструдата, индекс расширения экструдатов) в экструдере с вакуумной камерой. Реализация задач математического моделирования была достигнута с помощью корреляционно-регрессионного анализа в среде Statistica 10. Разработка программы осуществлена в Microsoft Visual Studio Express 2013 для Windows Desktop, язык C#. С помощью полученных математических моделей и разработанной на их основе прикладной программы можно быстро и с достаточной точностью получить расчетным путем численные значения влажности и индекса расширения экструдата овса. Использование разработанной программы позволит уменьшить трудоемкость и повысить экономическую эффективность получения экструдатов с заранее планируемыми технологическими свойствами.

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

Введение

Современная технология термопластической экструзии сырья растительного происхождения позволяет получать большой ассортимент полуфабрикатов и готовых пищевых продуктов [1]. При этом из всех известных видов макроструктур получаемых экструдатов, пористая структура представляет наибольший интерес, так как именно ее физические свойства (индекс расширения, набухаемость, водоудерживающую способность, растворимость, жирудерживающую способность) являются определяющими в процессе формирования показателей качества готовых пищевых продуктов.

Известно, что пористость экструдатов в первую очередь обусловлена количеством содержащихся в обрабатываемом сырье крахмала и воды, а также интенсивностью сброса давления и последующего за этим испарения воды из сырья при выходе его из фильеры экструдера.

В связи с тем, что в условиях пониженного давления вода испаряется при температуре, которая значительно ниже температуры парообразования при атмосферном давлении, необходимая интенсивность декомпрессионного воздействия на сырье может быть получена за счет замены атмосферного давления на пониженное давление (вакуум) при выходе его из фильеры, [2, 3].

При этом регулируя величину барометрического давления, а значит и процесс парообразования, можно добиться как изменения влажности капиллярно-пористого экструдата, так и частичной

или полной его реструктуризации. Зная границы структурных изменений экструдата, параметры вакуумного воздействия на него необходимо выбирать именно из таких соображений.

Изучение реакции капиллярно-пористых экструдатов на среду с пониженным давлением воздуха показало, что один из возможных векторов развития пищевой термопластической экструзии связан с эффектом термовакuumного воздействия на экструдированное сырье после выхода его из фильеры матрицы экструдера.

Также использование смеси зерна пшеницы с растительным материалом при экструдировании кормов позволяет сократить расход зерна, направляемого на фуражные цели [4].

Разработанный нами способ экструдирования крахмалсодержащего сырья на основе термовакuumного эффекта был реализован с помощью одношнекового пресс-экструдера, укомплектованный вакуумной камерой и шлюзовым затвором.

При быстром переходе влажного сырья с падением давления в камеру с пониженным давлением, происходит декомпрессионный взрыв: вода, находящаяся в сырье, переходит в пар с выделением значительного количества энергии, что приводит к деструкции клеточных структур обрабатываемого сырья и раздуванию получаемого продукта.

Объекты и методы исследований

Изучение влияния технологических факторов процесса экструзии на структуру экструдата прово-

дились с помощью экспериментальной установки, в состав которой входил одношнековый пресс-экструдер, укомплектованный вакуумной камерой.

Были изучены математические модели экструзии биополимеров и математические методы исследования данных процессов [5-9].

Обработка экспериментальных данных, проводилась с помощью корреляционно-регрессионного анализа в программах Microsoft Excel 2010 и Statistica 10.

Прикладная программа была разработана с помощью платформы Microsoft.NET Framework на языке C#.

Результаты и их обсуждение

После проведения эксперимента были обработаны полученные данные и выявлены зависимости влажности экструдата овса от давления в вакуумной камере экструдера (рис. 1) в виде следующих уравнений

$$\begin{aligned} W_{10} &= 3,85 \cdot e^{6,67P} \\ W_{14} &= 4,33 \cdot e^{9,14P} \\ W_{18} &= 4,71 \cdot e^{9,51P} \end{aligned} \quad (1)$$

Проведенные экспериментальные исследования показали, что переход экструдированного продукта из области высокого давления (2,0-2,7 МПа) в вакуумную камеру с давлением 0,02-0,09 МПа позволяет значительно интенсифицировать процесс удаления воды из обрабатываемого сырья.

Следующим этапом экспериментальных исследований являлась оценка влияния технологических факторов экструзионного процесса и технических параметров экструдера на индекс расширения экструдатов.

Для построения математической модели процесса получения экструдата в виде полинома вто-

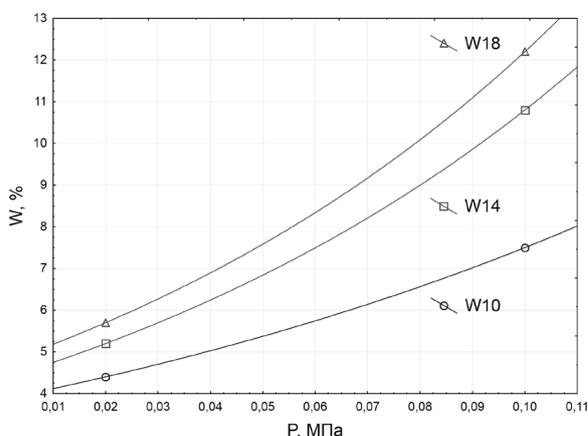


Рис. 1. Зависимость влажности экструдата овса от давления в вакуумной камере экструдера

рой степени был реализован 3-х факторный центральный композиционный план (число опытов – 16, число кубических точек – 8, число звездных точек – 6, число центральных точек – 2). Уровни варьирования факторов соответствовали: влажность обрабатываемого зерна (W) – 10; 14; 18%; значение вакуума в вакуумной камере экструдера (P) – 0,02; 0,04; 0,06 МПа и диаметр отверстия фильеры матрицы (d) – 4; 6; 8 мм. За критерий качества был принят индекс расширения экструдатов (B).

После выполнения статистической обработки экспериментальных данных с помощью корреляционно-регрессионного анализа в Statistica 10 была получена математическая модель второго порядка, адекватно описывающая зависимость индекса расширения экструдатов (коэффициента взрыва) от исследуемых факторов:

$$B = -0,9654 + 0,2823W - 0,0051W^2 + 0,2603d - 0,0291d^2 + 41,6415P - 247,1807P^2 \quad (2)$$

Качественные показатели полученной математической модели следующие:

- существует высокая сила связи между переменными (указывает множественный коэффициент корреляции $R=0,94$);

- в полученной модели 88 % изменчивости (коэффициент детерминации $R^2=0,88$) объясняется исследуемыми факторами (доля дисперсии зависимых переменных) и лишь 12 % – ошибками модели (доля необъясненной дисперсии);

- модель с высоким уровнем доверия (статистическая значимость результатов экспериментов составляет $p<0,01$).

Для практического применения полученных результатов моделей и зависимостей была разработана прикладная программа для операционной системы Windows (рис. 2). Программа написана на языке C# платформы Microsoft.NET Framework и скомпилирована в исполняемый файл.

Данная программа «Расчет свойств экструдата овса» позволяет рассчитать влажность экструдата овса согласно уравнениям (1) с достаточно высоким коэффициентом корреляции ($R=0,97$) по отношению к полученным экспериментальным значениям. При этом область ограничения математической модели принята для начальных значений давления в диапазоне от 0,02 до 0,1 МПа и влажности начального сырья 10-18%.

Расчет индекса расширения экструдата производится по математической модели (2) с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,88$, что свидетельствует о наличии достаточно тесной функциональной зависимости между изучаемыми факторами и критерием качества экструдатов. Область ограничений факторов для этой модели: влажность обрабатываемого зерна 10-18%; значение вакуума в вакуумной камере экструдера 0,02-0,06 МПа и диаметр отверстия фильеры матрицы 4-8 мм.

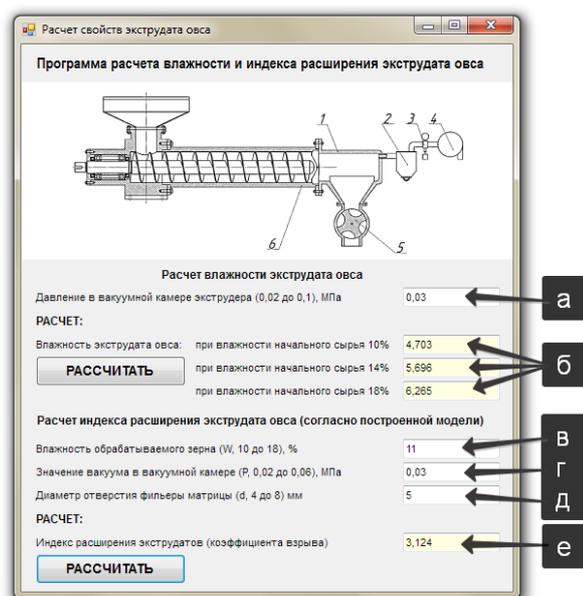


Рис. 2. Интерфейс программы расчета моделируемых влажности и индекса расширения экструдата овса:

а – ввод значения давления в вакуумной камере экструдера; б – вывод смоделированной влажности экструдата овса при влажности начального сырья 10, 14, 18 %; в – ввод значения влажности обрабатываемого зерна; г – ввод значения вакуума в вакуумной камере экструдера; д – ввод значения диаметра отверстия фильеры матрицы; е – вывод полученного значения индекса расширения экструдата.

Список литературы

- [1] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 104–111.
- [2] Курочкин А.А., Фролов Д.И., Воронина П.К. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4 (32). С. 172–177.
- [3] Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 29–34.
- [4] В.В. Матюшев, И.А. Чаплыгина, Н.И. Селиванов, Н.И. Чепелев Оценка эффективности производства экструдированных кормов на основе смеси зерна и растительных компонентов // Вестник КрасГАУ. 2015. №11. С.140-145.
- [5] Altan, A., McCarthy, K.L., & Maskan, M. (2009). Effect of screw configuration and raw material on some properties of barley extrudates. *Journal of Food Engineering*, 92, P. 377–382.
- [6] Alves, M.V.C., Barbosa, J.R., & Prate, A.T. (2009). Analytical solution of single screw extrusion applicable to intermediate values of screw channel aspect ratio. *Journal of Food Engineering*, 92, P.152–156.
- [7] Bruin, S., van Zuilichem, D.J., & Stolp, W. (1978). A review of fundamental and engineering aspects of extrusion of biopolymers in a single-screw extruder. *Journal Food Process Engineering*, 2, P. 1–37.
- [8] Ganjyal, G.M., Hanna, M.A., & Jones, D.D. (2003). Modeling selected properties of extruded waxy maize cross-linked starches with neural networks. *Journal of Food Science*, 68(4), P. 1384-1388.
- [9] Klein, I., & Marshall, D.I. (1966). Mathematical models of extrusion. *Industrial & Engineering Chemistry*, 43058, P. 36-39.

В разработанной прикладной программе расчета свойств экструдата овса на основе математических моделей можно быстро получить значения моделируемой влажности экструдата овса полученного в экструдере с вакуумной камерой. Для этого необходимо лишь ввести значение давления в вакуумной камере в поле ввода в диапазоне от 0,02 до 0,1 МПа.

Для расчета индекса расширения экструдата овса на основе математической модели необходимо ввести в три поля значения соответственно влажности обрабатываемого зерна (10-18%), вакуума в вакуумной камере экструдера (0,02-0,06 МПа), диаметр отверстия фильеры матрицы (4-8 мм).

Выводы

Прикладная программа расчета свойств экструдата овса позволяет рассчитать влажность и индекс расширения экструдата при использовании предлагаемого экструдера с вакуумной камерой с достаточно высокой достоверностью полученных значений.

THE DEVELOPMENT OF A COMPUTER PROGRAM FOR CALCULATING THE MOISTURE CONTENT AND THE EXPANSION INDEX OF OAT EXTRUDATE*Frolov D.I., Kurochkin A.A.*

The object of this study is to the extruder with a vacuum chamber. To obtain the desired properties of oats extruded using mathematical modeling and Microsoft.NET Framework platform in C # developed an application that allows you to carry out simulated calculation of properties of oats extrudate based on the initial values. The purpose of this study - the development of an application to obtain timely information regarding the results of the simulated properties of extruded oats (moisture extrudate expansion index extrudates) in an extruder with a vacuum chamber. Implementation of mathematical modeling tasks was achieved with the help of regression analysis in the environment Statistica 10. Develop a program implemented in Microsoft Visual Studio Express 2013 for Windows Desktop, C # language. With the help of mathematical models obtained and developed on the basis of their application quickly and with sufficient accuracy to obtain numerical values calculated by the humidity index and the expansion of the extrudate oats. Using the developed program will reduce the labor intensity and improve the economic efficiency of production of extrudates with a pre-planned technological properties.

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

References

- [1] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym sodержaniem lipidov i pishchevykh volokon / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv.* 2016. № 3 (42). P. 104–111.
- [2] Kurochkin A.A., Frolov D.I., Voronina P.K. Opredelenie osnovnykh parametrov vakuumnoi kamery modernizirovannogo ekstrudera // *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii.* 2015. № 4 (32). P. 172–177.
- [3] Teoreticheskoe opisanie protsessa vzryvnogo ispareniya vody v ekstrudere s vakuumnoi kameroy / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina // *Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya.* 2015. № 1 (02). P. 29–34.
- [4] V.V. Matyushev, I.A. Chaplygina, N.I. Selivanov, N.I. Chepelev Otsenka effektivnosti proizvodstva ekstrudirovannykh kormov na osnove smesi zerna i rastitel'nykh komponentov // *Vestnik KrasGAU.* 2015. №11. P.140-145.
- [5] Altan, A., McCarthy, K.L., & Maskan, M. (2009). Effect of screw configuration and raw material on some properties of barley extrudates. *Journal of Food Engineering*, 92, P. 377–382.
- [6] Alves, M.V.C., Barbosa, J.R., & Prate, A.T. (2009). Analytical solution of single screw extrusion applicable to intermediate values of screw channel aspect ratio. *Journal of Food Engineering*, 92, P.152–156.
- [7] Bruin, S., van Zuilichem, D.J., & Stolp, W. (1978). A review of fundamental and engineering aspects of extrusion of biopolymers in a single-screw extruder. *Journal Food Process Engineering*, 2, P. 1–37.
- [8] Ganjyal, G.M., Hanna, M.A., & Jones, D.D. (2003). Modeling selected properties of extruded waxy maize cross-linked starches with neural networks. *Journal of Food Science*, 68(4), P. 1384-1388.
- [9] Klein, I., & Marshall, D.I. (1966). Mathematical models of extrusion. *Industrial & Engineering Chemistry*, 43058, P. 36-39.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ КОМПОЗИТНОЙ СМЕСИ В ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА

Кулемина Н.В., Шабурова Г.В.

Приведены результаты разработки технологии ржано-пшеничного хлеба с использованием экструдированной смеси зерна пшеницы и семян льна. Семена льна, используемые при экструзии в смеси с зерном пшеницы, являются источником полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), растительного белка, пищевых волокон, минеральных веществ. Указанные нутриенты являются функциональными пищевыми ингредиентами, оказывающими положительный эффект на организм человека. Обоснована и экспериментально доказана возможность использования экструдированной смеси зерна пшеницы и семян льна для производства ржано-пшеничного хлеба функционального назначения. Исследовано влияние композитной смеси на органолептические и физико-химические показатели хлеба. Предложенная технология может быть использована в производстве функциональных хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: *экструдат зерна пшеницы и семян льна, полиненасыщенные жирные кислоты, показатели качества, функциональный пищевой продукт.*

Введение

Приоритетными задачами в области здорового питания населения Российской Федерации является расширение ассортимента продукции и создание функциональных пищевых продуктов на основе новых нетрадиционных видов сырья, обладающих необходимым уровнем функционально-технологических свойств и специфическим химическим составом [1, 2, 3].

Разработка технологий и производство отечественных пищевых продуктов, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами, способствует реализации положений Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года (утверждены распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 года N 1873-р).

Хлебобулочные изделия относят к группе продуктов ежедневного массового потребления. В связи с этим, хлебобулочные изделия являются перспективным объектом для обогащения функциональными пищевыми ингредиентами. Пополнение функциональных пищевых ингредиентов в хлебобулочных изделиях может быть осуществлено путем внесения натуральных пищевых обогатителей. С этой целью используют различные зерновые и масличные культуры, продукты их переработки и другое растительное сырье, содержащее большое количество пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, пептидов, аминокислот, витаминов и минеральных веществ. Введение указанных функциональных пищевых ингредиентов снижает риск многих заболеваний.

Российскими исследователями установлены возможности повышения биологической и пище-

вой ценности хлебобулочных и мучных кондитерских изделий путем применения муки из зерна и семян различных культур, в том числе льняной муки, взамен части пшеничной [4, 5, 6]. Льняная мука характеризуется низким уровнем энергетической ценности, высоким содержанием пищевых волокон (20-28 %), белка (18-20 %), витаминов, минеральных веществ, липидов (38-42 %), в составе которых преобладают незаменимая α -линоленовая (ω -3) и линолевая (ω -6) жирные кислоты [7]. Следует отметить, что α -линоленовая кислота является одной из важнейшей жирных кислот, обладающей сосудорасширяющими свойствами, проявляющей антистрессовое и антиаритмическое действие, играет значительную роль в снижении степени тяжести заболевания остеопорозом, диабетом и заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Пищевая ценность крахмалсодержащих и масличных культур может быть повышена путем обработки термопластической экструзией, приводящей к изменению структуры белка и крахмала растительного сырья. При этом на экструдат, выходящий из экструдера в исследованиях воздействовали атмосферным давлением [8, 9]. В связи с вышеизложенным исследованием, направленные на повышение пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий, улучшение их органолептических и физико-химических показателей, расширение ассортимента на основе использования экструдированной композитной муки из зерновых и масличных культур являются актуальными. Авторами в ранее проведенных исследованиях обоснованы общие подходы к получению и оценке экструдатов на основе использования термовакуумного эффекта и применения экструдированных смесей из нескольких растительных компонентов для раз-

работки функциональных пищевых продуктов [10, 11, 12, 13, 14, 15].

Целью работы является теоретическое и экспериментальное обоснование возможности применения муки экструдированной смеси зерна пшеницы и семян льна при производстве хлеба из ржаной обдирной и пшеничной муки первого сорта.

Объекты и методы исследований

Исследования проведены в лабораторных условиях ОАО «Пензенский хлебозавод № 4».

Объектами исследования являлись:

- мука экструдированной смеси зерна пшеницы и семян льна (МЭПЛ);
- ржано-пшеничный формовой хлеб с использованием МЭПЛ.

При разработке рецептуры и производстве ржано-пшеничного хлеба функционального назначения применяли сырье: мука пшеничная первого сорта (ГОСТ Р 52189), мука ржаная обдирная (ГОСТ Р 52809), соль поваренная пищевая (ГОСТ Р 51574), дрожжи хлебопекарные прессованные (ГОСТ Р 54731).

Анализ качества готовых изделий производили по общепринятым методикам: органолептические показатели по ГОСТ 2077, влажность по ГОСТ 21094, кислотность по ГОСТ 5670, пористость по ГОСТ 5669.

Пищевую и энергетическую ценность изделий определяли расчетным методом.

Результаты и их обсуждение

Тесто для хлеба ржано-пшеничного с МЭПЛ готовили на традиционной жидкой закваске с закваской. В таблице 1 приведены рецептуры на хлеб ржано-пшеничный с внесением МЭПЛ.

В емкость тестомесильной машины дозировали закваску, муку ржаную обдирную и пшеничную первого сорта, раствор поваренной пищевой соли и суспензию прессованных дрожжей, и производили замес до однородной консистенции. Контрольным образцом являлось тесто без внесения МЭПЛ.

Замешенное тесто направляли на брожение в течение 1,5 ч. Температура брожения теста 30-32°C.

Проведенные исследования позволили установить, что применение МЭПЛ оказывает положительное влияние на протекание технологического процесса. В результате внесения с МЭПЛ дополнительного количества моно-и дисахаров, аминокислот, минеральных веществ и витаминов [1] повышается активность молочнокислых бактерий, что способствует ускорению кислотонакопления в тесте. Выброженное тесто подвергали разделке вручную, укладывали в формы и проводили расстойку при температуре воздуха 32...35°C и относительной влажности 75...80% в течение 40 мин. Выпечку изделий осуществляли в увлажненной камере при температуре 200-240°C. Продолжительность выпечки – 50 минут [16]. По окончании выпечки хлеб вынимали из печи и охлаждали в помещении лаборатории.

Органолептические и физико-химические показатели качества всех образцов ржано-пшеничного хлеба определяли через 4 ч после выпечки хлеба и проверяли их соответствие требованиям ГОСТ Р 56630-2015 «Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной хлебопекарной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия». Результаты оценки органолептических показателей качества ржано-пшеничного хлеба приведены в таблице 2.

В результате исследований установлено, что по основным органолептическим показателям опытные образцы с внесением 5 % МЭПЛ практически не отличались от показателей контрольного образца. Все образцы имели привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат.

При использовании МЭПЛ в количестве 10, 15 и 20 % цвет корок и мякиша ржано-пшеничного хлеба менялся в сравнении с контрольным образцом от светло-коричневого до коричневого (10 и 15 % МЭПЛ) и темно-коричневого (20 % МЭПЛ).

Для получения объективных и достоверных данных по влиянию МЭПЛ на качество ржано-пшеничного хлеба была проведена оценка по физико-химическим показателям качества: пористость, кислотность мякиша и влажность. Результаты оценки физико-химических показателей качества ржано-пшеничного хлеба с МЭПЛ приведены в таблице 3.

Таблица 1 – Рецептура на хлеб ржано-пшеничный с МЭПЛ

Наименование сырья	Дозировка МЭПЛ, % взамен пшеничной муки				
	0	5	10	15	20
Мука ржаная обдирная, кг	60	60	60	60	60
Мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, кг	40	38	36	34	32
МЭПЛ, кг	–	2	4	6	8
Дрожжи хлебопекарные прессованные, кг	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Соль поваренная пищевая, кг	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Вода, кг	по расчету				

Таблица 2 – Органолептические показатели качества ржано-пшеничного хлеба

Наименование показателя	Дозировка МЭПЛ, % к массе пшеничной муки				
	0	5	10	15	20
Внешний вид форма и поверхность	Форма прямоугольная, без боковых выплывов. Поверхность шероховатая, без подрывов и трещин				
цвет	светло-коричневый	светло-коричневый	коричневый	коричневый	Темно-коричневый
Состояние мякиша (пропеченность, промес, пористость)	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь, эластичный; без следов непромеса. Пористость равномерная, без уплотнений				
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса.		Привкус орехов		
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха.		Приятный, свойственный данному наименованию изделия, без постороннего запаха.		

Таблица 3 – Физико-химические показатели ржано-пшеничного хлеба с МЭПЛ

Наименование показателей	Дозировка МЭПЛ, % взамен пшеничной муки				
	0	5	10	15	20
Влажность, %	48,5	48,5	49	49,5	50
Кислотность, град	5	5	5,2	5,2	5,4
Пористость, %	63	64	65	65	66

Установлено положительное влияние МЭПЛ на качество готовых изделий.

Внесение 5% МЭПЛ взамен пшеничной муки не привело к изменению уровня влажности и кислотности ржано-пшеничного хлеба в сравнении с контрольным образцом. Пористость повысилась незначительно – на 1,6 %.

Внесение 10% МЭПЛ взамен пшеничной муки способствовало незначительному повышению влажности мякиша (на 1,0 %). Кислотность опытного образца повысилась на 4,0 % в сравнении с контрольным образцом, пористость опытного образца ржано-пшеничного хлеба увеличилась на 3,2 % по отношению к уровню пористости контрольного образца.

В образце ржано-пшеничного хлеба с применением 15 % МЭПЛ взамен пшеничной муки в сравнении с образцом с применением 10 % МЭПЛ установлено повышение лишь влажности мякиша. Кислотность и пористость остались на уровне указанных показателей образца с 10 % МЭПЛ.

Список литературы

- [1] Шабурова, Г.В. Экструдированный овес как сырье для обогащения хлеба/Г.В.Шабурова, П.К. Воронина, Н.Н. Шматкова//Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы.– Сб. трудов 8-ой Международной научно-практической конференции. – Пенза. – 2014. – С. 97-101.
- [2] Воронина, П.К. Практические перспективы термопластической экструзии в технологии напитков /П.К. Воронина //XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2014. – № 6 (22).–С. 85-88.
- [3] Шматкова, Н.Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения/Н.Н. Шматкова, П.К.Воронина//Инновационная техника и технология. 2015. № 3 (04). С. 33-39.
- [4] Субботина, И.А.Использование композитной смеси на основе льняной и нутовой муки в технологии

- хлебобулочных изделий из пшеничного теста/И.А. Субботина, М.К. Садыгова, М.В. Белова// Инновационные технологии производства пищевых продуктов материалы – сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 99-101.
- [5] Цыганова, Т.Б. Перспективы использования семян льна и льняной муки/Т.Б. Цыганова, И.Э. Миневич, В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова//Хлебопечение России. – 2014. – № 4. – С. 18-20.
- [6] Тертычная, Т.Н. Разработка рецептуры кекса с применением продуктов переработки плодов боярышника и льна/Т.Н. Тертычная, И.В. Мажулина, Д.А. Белоусов, Р.А. Дикарев//В сборнике: Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике. – Кемерово. – 2016. С. 532-535.
- [7] Береди́на Л. С., Воронова Н. С. Исследования органолептических и физико-химических показателей льняного семени, как нового функционального ингредиента в молочной промышленности // Молодой ученый. — 2015. — №14. — С. 128-131.
- [8] Абрамов О.В. Научное обеспечение процесса экструзии модельных сред на основе крахмалсодержащего сырья и разработка высокоэффективного оборудования для его реализации: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12/ Абрамов Олег Васильевич. – Воронеж: 2009. – 48 с.
- [9] Краус, С. В. Совершенствование технологии экструзионной переработки крахмалсодержащего зернового сырья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01/Краус Сергей Викторович. – М., 2004. – 54 с.
- [10] Курочкин, А.А. Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя/А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Е.В. Тюрина//В сборнике: Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 3 томах. Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Южно-Уральский государственный университет. – 2010. –С. 46-48.
- [11] Воронина, П.К. Практические перспективы термопластической экструзии в технологии напитков/ Воронина П.К.//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 6 (22). – С. 85-88.
- [12] 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.
- [13] Способ производства экструдатов: пат. 2460315 Российская Федерация МПК А 23 L1/00. / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия». –№ 20011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 256. – 6 с.
- [14] Курочкин, А.А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего сырья / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №4. – С. 70-75.
- [15] 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.
- [16] Сборник технологических инструкций для производства хлебобулочных изделий. – М.: Прейскурантиздат. – 1989. – 492 с.

USING THE EXTRUDED COMPOSITE MIXTURE IN THE TECHNOLOGY OF RYE-WHEAT BREAD

Kulemina, N.V., Shaburova G.V.

Results of the development of the technology of rye-wheat bread using an extruded mixture of wheat and flax seeds are presented. Flax seeds used for extrusion in a mixture with wheat grains are a source of polyunsaturated fatty acids (PUFA), vegetable protein, dietary fibers, and minerals. These nutrients are functional food ingredients that have a positive effect on the human body. The possibility of using an extruded mixture of wheat grain and flax seeds for the production of rye-wheat bread of functional purpose is substantiated and experimentally proved. The influence of the composite mixture on the organoleptic and physicochemical parameters of bread was studied. The proposed technology can be used in the production of functional bakery products.

Keywords: *extrudate of wheat grain and flax seeds, polyunsaturated fatty acids, quality indicators, functional food product.*

References

- [1] Shaburova, G.V. Extruded oats as raw materials for bread enrichment / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, N.N. Shmatkova // Food industry and agro-industrial complex: achievements, problems, perspectives collection - Sat. works of the 8th International Scientific and Practical Conference. - Penza. - 2014. - P. 97-101.
- [2] Voronina, P.K. Practical prospects of thermoplastic extrusion in beverage technology / P.K. Voronina // XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. - 2014. - No. 6 (22). - P. 85-88.
- [3] Shmatkova, N.N. Prospects of using a composite mixture in the technology of bakery products of functional purpose / NN. Shmatkova, P.Voronina // Innovative technology and technology. 2015. № 3 (04). Pp. 33-39.
- [4] Subbotina, IA Use of a composite mixture based on flax and nut oil in the technology of bakery products from wheat dough / I.A. Subbotina, M.K. Sadygova, M.V. Belova // Innovative technologies of production of food products materials - a collection of works of the International Scientific and Practical Conference. - Saratov: Saratov State Agrarian University named after. N.I. Vavilov. - 2016. - P. 99-101.
- [5] Tsyganova, T.B. Prospects for the use of flax seeds and flax flour / TB. Tsyganova, I.E. Minevich, V.A. Zubtsov, L.L. Osipova // Baking of Russia. - 2014. - No. 4. - P. 18-20.
- [6] Tertychnaya, TN. Development of cake recipes using products of hawthorn and flax fruit / TN. Tertychnaya, I.V. Mazhulina, D.A. Belousov, R.A. Dikarev // In the collection: Modern tendencies of agricultural production in the world economy. - Kemerovo. - 2016. P. 532-535.
- [7] Beredina LS, Voronova NS Investigations of organoleptic and physico-chemical indices of flaxseed as a new functional ingredient in the dairy industry // Young Scientist. - 2015. - № 14. - P. 128-131.
- [8] Abramov O.V. Scientific support of process of extrusion of modeling environments on the basis of starch-containing raw materials and development of highly effective equipment for its realization: the author's abstract. dis. ... Dr. techn. Sciences: 05.18.12 / Abramov Oleg Vasilyevich. - Voronezh: 2009. - 48 with.
- [9] Kraus, S.V. Perfection of technology of extrusion processing of starch-containing grain raw materials: the author's abstract. dis. ... Dr. techn. Sciences: 05.18.01 / Kraus Sergey Viktorovich. - M., 2004. - 54 p.
- [10] Kurochkin, A.A. Transformation of carbohydrate complex of extruded barley / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina, E.V. Tyurina // In the collection: Current state and prospects for the development of the food industry and public catering, a collection of materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation: in 3 volumes. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, South Ural State University. - 2010.-C. 46-48.
- [11] Voronina, P.K. Practical prospects of thermoplastic extrusion in beverage technology / Voronina P.K. // XXI century: the results of the past and the problems of the present plus. - 2014. - No. 6 (22). - P. 85-88.
- [12] Kurochkin, AA Regulation of functional and technological properties of plant raw materials extrudates / AA Kurochkin, GV Shaburova, PK Voronina // Izvestiya Samara State Agricultural Academy. - 2012. - №4. - P. 86-91.
- [13] Method for the production of extrudates: pat. Russian Federation IPC A 23 L1 / 00. / G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Aurorov, P.A. Yerushov; applicant and patent holder of GOU VPO «Penza State Technological Academy». - No. 20011107960; claimed. 01/03/2011; publ. 10.09.2011, Bul. № 256. - 6 with.
- [14] Kurochkin, A.A. Regulation of structure of extrudates of starch-containing raw materials / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Izvestia of the Samara State Agricultural Academy. - 2013. - №4. - C. 70-75.
- [15] Kurochkin, A.A. Extrudates from vegetable raw materials with an increased lipid content / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Izvestia of the Samara State Agricultural Academy. - 2014. - No. 4. - P. 70-74.
- [16] Collection of technological instructions for the production of bakery products. - Moscow: Preiskurantizdat. - 1989. - 492 p.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

Кулькова Ю.С., Гарькина П.К.

Приведен анализ теоретических и экспериментальных исследований отечественных ученых в области производства хлебобулочных изделий с повышенной биологической ценности.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, нетрадиционное сырье, натуральные обогатители.

Введение

В связи с тем, что хлеб и хлебобулочные изделия остаются одними из массовых продуктов питания, эти продукты являются подходящими объектами, с помощью которых можно варьировать в нужном направлении питательную ценность пищевого рациона и функциональное назначение готовых изделий. Практический интерес отечественных ученых представляет поиск новых видов сырья и разработку на их основе перспективных технологий высококачественных пищевых продуктов, обогащенных пищевыми волокнами, улучшающими многие физиологические процессы.

В хлебопекарной промышленности в настоящее время отмечается тенденция применения плодово-ягодного и овощного сырья с целью расширения производства изделий функционального и лечебно-профилактического назначения.

На протяжении последних десятилетий отечественными учеными уделяется большое внимание разработкам технологий хлебобулочных изделий на основе плодово-ягодного сырья, обладающего высокой пищевой ценностью и функциональными свойствами.

Вследствие применения безотходных технологий и внедрения комплексной переработки сельскохозяйственного сырья разрабатываются новые технологии хлеба и хлебобулочных изделий, содержащих химические вещества, обладающие высокой физиологической активностью, которые могут оказывать благоприятное действие на организм человека и способствуют расширению ассортимента.

Внесение перспективных обогатителей растительного происхождения приводит к улучшению органолептических и физико-химических показателей булочных изделий, повышению пищевой ценности готовой продукции, интенсификации технологического процесса приготовления хлеба, созданию новых изделий профилактического назначения [1].

В качестве нетрадиционного сырья для про-

изводства булочных изделий применяют тыкву, используемую в виде шрота из семян, ягодное сырье на основе сырья в виде жмыха и шрота, амарантовую белковую муку [2, 3].

Целью исследований является анализ, систематизация и обобщение информационных данных отечественных исследователей о способах применения сырья растительного происхождения в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлись научные данные отечественных источников информации. В качестве методов исследования использовали методы анализа, синтеза, систематизации и обобщения.

Результаты и их обсуждение

Анализ материалов отечественных ученых и патентной информации показывает, что прогресс в технологических решениях при производстве хлебобулочных изделий определен следующими факторами:

- поиск новых видов сырья, обладающего ценным химическим составом, пищевой и биологической ценностью;
- оптимизация параметров технологических процессов производства;
- совместная обработка нескольких видов сырья, взаимно дополняющих друг друга по своим свойствам или химическому составу;
- изменение химического состава и функционально-технологических свойств сырья путем целевого воздействия на его отдельные ингредиенты.

При этом каждое из этих направлений может быть реализовано как отдельно, так и в комплексе.

Отечественные ученые на протяжении многих лет продолжают поиск новых видов сырья, способных улучшить качество хлебобулочных и мучных

кондитерских изделий, а также обогатить их полезными веществами.

С каждых годом появляется все больше разработок в области хлебопечения и производства мучных кондитерских изделий связанных с применением готовых экструдированных продуктов питания и полуфабрикатов на основе сырья растительного [4, 5].

Одним из перспективных направлений является применение нового сырья в производстве хлебобулочных изделий – экструдированные семена тыквы с оболочкой. Анализ литературных данных, посвященных изучению переработки семян тыквы, их химическому составу и фармакологическим свойствам, характеризует их как источник протеина, клетчатки, полиненасыщенных жирных кислот, наличия большого количества минеральных веществ, что характеризует полученный продукт как полноценную добавку при разработке технологий хлеба и мучных кондитерских изделий [6, 7].

В исследованиях, выполненных Бакиным И.А., разработаны рецептуры и технологии мучных кондитерских изделий с использованием вторичных ресурсов ягодного сырья. Автором определено, что в изделиях с добавлением жмыха черной смородины значительно увеличивается содержание магния, кальция, железа. Изделия с добавлением жмыха черной смородины обладает Р-витаминной активностью. Анализ результатов исследования показывает возможность повышения пищевой ценности продуктов благодаря внесению дополнительного нетрадиционного сырья в виде вторичных продуктов переработки ягод, позволяющих обогатить рацион природными химическими веществами, придающими организму особые свойства [8].

В части оптимизации параметров технологических процессов производства немаловажная роль отводится специальной подготовке и обработке сырья.

Существует запатентованный способ производства хлебобулочных изделий, отличительной особенностью которого является приготовление теста путем смешивания предусмотренных рецептурой компонентов и экструдированных семян тыквы. Экструдированные семена тыквы получают путем обработки в экструдере свежих неочищенных от оболочки семян тыквы влажностью 16...20% при температуре 130...140°C в течение 10...15 с. Необходимо отметить, что данное изобретение позволяет снизить трудоемкость производства за счет снижения затрат времени на получение экструдата семян тыквы и получить хлебобулочные изделия с обогащенным составом при сохранении высокого качества и потребительских свойств [9].

Заслуживает внимания еще один пример подготовки нетрадиционного сырья к использованию в производстве хлебобулочных изделий. В цитируемом изобретении предложены способ производства хлебобулочных изделий, позволяющий повысить

содержанием веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности. Данный способ рассматривает внесение в рецептуру изделий порошка из плодов или косточек боярышника, полученный путем радиационно-конвекционной сушки при определенных параметрах. В результате повышаются качество и пищевая ценность хлеба мучных кондитерских изделий, которые обогащаются биологически активными веществами [10].

Идея применения совместной обработки нескольких видов нетрадиционного сырья при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий также как остальные факторы получило свое признание среди сообщества ученых.

Разработана питательная смесь функционального назначения содержащая следующие компоненты: порошок из семян тыквы; порошок из корневищ айры; порошок из шрота расторопши; порошок из спирулины и муку из гречневого продела. Изобретение позволяет получить новый продукт функционального назначения с повышенной биологической и физиологической ценностью [11].

Существует запатентованный способ предусматривающий приготовление теста с применением продукта переработки семян расторопши пятнистой в количестве 5-7% к массе муки высшего или первого сорта, а также такие технологические операции, как брожение теста, разделка теста, расстойка и выпечка тестовых заготовок. Продукт переработки семян расторопши пятнистой получают путем совместной обработки в экструдере семян расторопши пятнистой и зерна пшеницы. Предлагаемый способ обеспечивает снижение трудоемкости получения продукта переработки расторопши пятнистой, улучшить качество хлебобулочных изделий за счет повышения биологической ценности и потребительских свойств [12].

Например, группой ученых изучены особенности влияния ягодных порошков из сушеных выжимок брусники, клюквы на хлебопекарные свойства пшеничной муки. На основании этих исследований разработаны рецептуры технологии производства кексов пониженной калорийности. Данная технология позволяет повысить водопоглотительную способность муки и получить изделия пониженной калорийности [13].

Разработаны технологии хлебобулочных изделий на основе продуктов переработки овощей. Автором диссертационной работы разработаны технологические решения, применяемые в производстве хлеба и мучных кондитерских изделиях из пшеничной муки, обогащенных порошками тыквы и моркови и булочных изделий из ржаной обдирной муки обогащенных порошком столовой свеклы. Анализ данной технологии показал, что внесение порошков способствует укреплению клейковины муки. В результате чего происходит обогащение хлебобулочных изделий витаминами А, D, E, макро- и микроэлементами. [14].

Выводы

Рассмотрены основные аспекты применения нетрадиционного сырья в хлебопечении. Представленные материалы свидетельствуют о возможности применения нетрадиционного сырья в технологиях

хлебобулочных изделий и мучных кондитерских изделий с целью их обогащения функциональными ингредиентами, что позволит повысить качество, содержание веществ, способствующих улучшению выполнения работы разнообразных физиологических функций.

Список литературы

- [1] Корчагин, В. И. Перспективные обогатители растительного происхождения в производстве хлебобулочных изделий [Текст] / В.И. Корчагин, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 278 с.
- [2] Использование шрота из семян тыквы в хлебопечении/О. Л. Вершинина, Е. С. Милованова, И.М. Кучерявенко//Техника и технология пищевых производств. - 2009. -№ 1. -С. 18-20.
- [3] Шмалько, Н. А. Перспективы использования амарантовой белковой муки в хлебопечении/Н.А. Шмалько, Н.А. Дроздовская, И.А. Чалова, Н.Л. Ромашко//Техника и технология пищевых производств. - 2009. - № 1. - С. 3-7.
- [4] Шматкова, Н. Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения/Н. Н. Шматкова, П. К. Воронина//Инновационная техника и технология. -2015. -№3 (04). -С. 33-39.
- [5] Шабурова, Г. В. Экструдированный овес как сырье для обогащения хлеба/Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, Н. Н. Шматкова//Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы. – сборник статей 8-й Международной научно-практической конференции. Под редакцией В. А. Авророва. - Пенза, 2014. - С. 97-101
- [6] Шабурова, Г. В. Влияние экструзионной обработки на химический состав и функционально-технологические свойства семян тыквы/ Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, И.Н. Шешнищан//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. – Т. 1. - №4 - С. 55-59.
- [7] Шешнищан, И. Н. Жирнокислотный состав масла семян тыквы/И. Н. Шешнищан, Г. В. Шабурова// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - № 4. - С. 103-106.
- [8] Бакин, И. А. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий/ И.А., Бакин, А.С. Мустафина, Е.А. Вечтомова, А.Ю. Колбина//Техника и технология пищевых производств. - 2017. - Т. 45 - № 2. - С. 5-12.
- [9] Патент 2486753 Российская Федерация: МПК А21D 8/02. Способ производства хлебобулочных изделий/Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, Е.В. Петросова, И.Н. Шешнищан, Л.Ю. Кулыгина; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского». – № 2011110417/13; заявл. 18.03.2011; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19. – 5 с.
- [10] Патент 2292718 Российская Федерация, МПК А21D 2/36. Способ производства хлебобулочного изделия/Кабалоева А.С., Жилова Р.М., Захохова Ф.А., Бозиева О.С., Батчаева Д.Ю., Джабоева А.С., Дубцов Г.Г.; заявитель и патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет пищевых производств» Министерства образования Российской Федерации. – № 2006112140/13; заявл. 13.04.2006; – опубл. 10.02.2007, Бюл. № 4. – 5 с.
- [11] Патент 2612796 Российская Федерация, МПК А23L 33/0. Питательная смесь функционального назначения/Пьяникова Э.А., Овчинникова Е.В., Ковалева А.Е., Евдокимов Н.С.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ). – № 2016100479; заявл. 13.01.2016; – опубл. 13.03.2017, Бюл. № 8. – 5 с.
- [12] Пат. 2579488 Российская Федерация, МПК А21D8/02. Способ производства хлебобулочных изделий/заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова; патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. -№ 2014146596/13; заявл. 19.11.2014; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 21. - 8 с.
- [13] Кольман, О.Я. Влияние ягодных порошков на хлебопекарные свойства пшеничной муки/ О.Я. Кольман, Г.В. Иванова// Вестник КрасГАУ.– 2013.– №5.–С. 218–222
- [14] Родичева, Н. В. Совершенствование технологий хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки овощей: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Родичева Наталья Викторовна. – Москва, 2012. – 26 с.

PERSPECTIVES OF USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN THE MANUFACTURE OF BAKERY PRODUCTS OF INCREASED FOOD AND BIOLOGICAL VALUES

Kulkova Yu.S., Garkina P.K.

The analysis of theoretical and experimental studies of domestic scientists in the field of production of bakery products with increased biological value is given.

Keywords: bakery products, non-traditional raw materials, natural dressings.

References

- [1] Korchagin, V.I. Promising treatments of plant origin in the production of bakery products [Text] / V.I. Korchagin, G.O. Magomedov, N.M. Derkanosova. – Voronezh: Voronezh. gos. tech. akad., 2001. – p. 278
- [2] Vershinina O.L. The use of meal from pumpkin seeds in bakery/O.L. Vershinina, I.M. Kucheryavenko// Technique and technology of food production. – 2009. – №1. – p. 18-20
- [3] Shmalko N.A. Prospects of using amarantovoj protein flour in bakery/ N.A. Shmalko, N.A. Drozdovskaya, I.A. Chalova, N.L. Romashko// Technique and technology of food production. – 2009. - №1. – p.3-7
- [4] Shmatkova, N.N. Prospects of application of composite mix in bakery technology functionality/N.N. Shmatkova, P.K. Voronina//Innovative machinery and technology. – 2015. - №3 (04). – P. 33-39
- [5] Shaburova G.V. Extruded oat as raw material for enrichment of bread/G. V. Shaburova, P. K. Voronina, N. N. Shmatkova//Food industry and Agriculture: achievements, problems, perspectives. -collection of articles 8-th international scientifically-practical Conference. Edited by V. A. Avrorova. - Penza, 2014. - P. 97-101.
- [6] Shaburova G.V. Effect of extrusion processing on chemical composition and functional and technological properties of pumpkin seeds/G.V. Shaburova, P. K. Voronina, I.N. Sesnitian// Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. - 2016. – №4 - p. 55-59.
- [7] Sheshnitian I.N. Fatty acid composition of pumpkin seed oil/ I.N. Sesnitian, G.V. Shaburova // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. - 2012. - № 4. - p. 103-106.
- [8] Bakin I.A. The use of secondary raw materials in the Berry resources technology of confectionery and bakery products/I.A. Bakin, A.S. Mustafina, E.A. Vechtomova, A.U. Kolbin// Technique and technology of food production. – 2017. - T. 45 - № 2. - p. 5-12
- [9] The method of production of bakery products: Pat. 2486753 Russian Federation IPC and A21D 8/02. /G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, E.V. Petrosova, I.N. Sheshnitian, L.U. Kulyhina; applicant and patentee of Federal State budget educational institution of higher professional education «Moscow State University of technology and management of K.G. Razumovsky». - № 2011110417/13; Appl. 18.03.2011; published. 10.07.2013, Newsletter. No. 19. - 6 p.
- [10] Method of producing bakery products: Pat. 2292718 Russian Federation IPC and A21D 2/36. / A.S. Kabaloeva, R.M. Zhilova, F.A. Zahohova, O.S. Bozieva, D.U. Batchaeva, A.S. Dzhaboeva, G.G. Dubtsov; applicant and patentee of: Federal State budget educational institution of higher professional education «Moscow State University of technology and management. – № 2006112140/13; Appl. 13.04.2006; – published. 10.02.2007, Newsletter. No 4. – 5 p.
- [11] Nourishing blend of functional purpose:Pat. 2612796 Russian Federation IPC and A23L 33/0. / E.A. Pjanikova, E.V. Ovchinnikova, A.E. Kovaleva, N.S. Evdokimov; applicant and patentee of: Federal State educational institution of higher education budget «Southwest State University (JuZGU). – № 2016100479; Appl. 13.01.2016; – published. 13.03.2017, Newsletter. No 8. – 5 p.
- [12] The method of production of bakery products: Pat. 2579488 Russian Federation IPC and A21D8/02. / applicants: G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova; patentee of FGCU In Penza GTU. - № 2014146596/13; Appl. 19.11.2014; published. 10.04.2016, Newsletter. No 21. - 8 p.
- [13] Kohlmann O.Ya. Influence of Berry powders on the baking properties of wheat flour/O.Ya. Kohlmann, G.V. Ivanova// Messenger KrasGAU. - 2013. – №5.– p. 218–222
- [14] Rodicheva N.V. Improvement of technologies of bakery products using products of processing of vegetables: Synopsis of the DIS. ... Cand. Tech. Science: 05.18.01/ Rodicheva Natalia Viktorovna. - Moscow, 2012. – 26 p.

ТЕКСТУРНЫЕ СВОЙСТВА ЭКСТРУДАТОВ ИЗ СМЕСИ КУКУРУЗНОЙ МУКИ И СЫВОРОТОЧНОГО БЕЛКА

Фролов Д.И.

Текстура является важным свойством обогащенных экструдированных продуктов и зависит от условий процесса экструзии, свойств сырья и свойств различных ингредиентов. Основной целью этого исследования было использование двухшнековой экструзии для получения экструдата на основе смесей кукурузной муки и концентрата сывороточного белка с приемлемыми текстурными свойствами. Были приготовлены три различные смеси кукурузной муки и концентрата сывороточного белка. Доля концентрата сывороточного белка в смеси составляла 7,5%, 15% и 22,5%. Смесью обрабатывали в совместно вращающемся двухшнековом экструдере при следующих условиях: расход воды 10,08 л/ч, 12,2 л/ч, 14,3 л/ч; скорость шнека 300 об/мин; температура на выходе экструдера 120 °С; скорость подачи 70 кг/ч. Текстурные свойства определялись индикаторами качества экструдера: индекс прочности на разрыв и коэффициент расширения. Индекс прочности на разрыв имел наибольшее значение для образца с 22,5% концентрата сывороточного белка 22,5% и потреблением воды 14,3 л/ч. Образец с 7,5% концентратом сывороточного белка и 10,08 л/ч воды имел наибольший коэффициент расширения. Полученные результаты подтвердили качество всех тестируемых образцов. Результаты показали, что обогащенные экструдаты могут быть получены с концентратом сывороточного белка до 22,5%, получая продукт, обогащенный незаменимыми аминокислотами, недостающими в кукурузной муке.

Ключевые слова: текстура, кукурузная мука, сывороточные белки, экструзия.

Введение

Начало экструзии в пищевой промышленности относится к девятнадцатому веку, в процессе производства макарон (холодная экструзия). Правильное расширение использования экструдеров в пищевой промышленности произошло во второй половине двадцатого века с использованием одношнековых экструдеров при производстве различных продуктов [1].

Перерабатываемый продукт нагревается за счет превращения механической энергии в тепло, которое выделяется при преодолении внутреннего трения и пластической деформации продукта или за счет внешнего нагрева (политронный режим работы).

Двухшнековые экструдеры обладают лучшими свойствами, чем одношнековые экструдеры. Их больший угол передачи создает большие возможности обработки с большим количеством элементов. Усовершенствованная обработка сырья также происходит из-за равномерности сдвига через канал экструдера и улучшенного смешивания в канале улитки [2].

Мука пшеничная (10,33% белка), пшеничная мука (8,16% белка), кукурузная мука (9,42% белка), кукурузная дробилка (8,98% белка), ячменная мука (9,91% белка) Мука из белого риса (5,95% белка), обжаренная мука (9,39% белка), соевая мука (8,74% белка) являются наиболее широко используемым сырьем для экструдированных продуктов [3, 4].

Свойства эластичности исходного материала позволяют смеси конвертировать объем водяного пара для увеличения объема экструдированного материала при выходе из форсунки, что приводит к расширению сырья из-за внезапного падения давления и создания готового непосредственно расширенного продукта [5, 6].

Сывороточные белки являются побочным продуктом в производстве сыра и в настоящее время недостаточно используются в питании человека. Сывороточные белки считаются питательными наиболее ценными белками, так как они имеют аминокислотную композицию, близкую к биологическому оптимуму. На рынке существует несколько различных типов концентратов сывороточного белка, которые отличаются содержанием белка (от 34 до 80%).

Многочисленные исследования последних лет показали, что белки молочной сыворотки обладают биологической активностью. Эти биоактивные свойства отвечают определенным компонентам сывороточного белка (β -лактоглобулин, α -лактальбумин, иммуноглобулин, альбумин бычьей сыворотки, лактоферин, лактопероксидаза, биоактивные пептиды). Многочисленные исследования были проведены по положительным эффектам сывороточного белка в рационе людей, согласно которым подтверждены следующие биологически активные свойства: антиканцероген, антимикробный, снижение артериального давления, снижение аппетита, снижение уровня холестерина.

Использование сывороточного белка в некоторых типах продуктов оказывает положительное влияние на здоровье большого числа людей всех возрастов. Поскольку экструдаты содержат 6-10% белка, добавление сывороточного белка значительно улучшает питательную ценность экструдата. Кроме того, сывороточные белковые добавки также влияют на текстуру, вкус и цвет экструдата.

При обогащении экструдата сывороточным белком чаще используется двухшнековая экструзия, чем одношнековая. Двухшнековая экструзия может улучшить передачу механической энергии, что приведет к уменьшению отрицательного воздействия на текстурные свойства при добавлении больших количеств белка. Текстурные характеристики таких продуктов также могут быть улучшены путем оптимизации параметров процесса, которые относятся к потреблению воды и ее конфигурации и скорости отжима. В производстве экструдированных продуктов с повышенным содержанием белка, предпочтительно повышать температуру обработки в каждой секции экструдера, чтобы увеличить потребление воды, что приводит к лучшему расширению экструдата.

Добавление сывороточного белка значительно уменьшает расширение экструдированных продуктов. Было также обнаружено, что взаимодействие этих двух факторов влияет на диаметр экструдата и прочность экструдата, из которого определяется индекс разрыва экструдата.

Объекты и методы исследований

Для получения экструдата использовали кукурузную муку и смеси кукурузной муки с сывороточным белком (WPC).

Таблица 1 - Описание образцов экструдата

Образцы	Описание
1 К/С*	10,8 л/ч вода
2 К/С	12,2 л/ч вода
3 К/С	14,3 л/ч вода
1 WPC**	10,8 л/ч вода; 7,5% WPC
2 WPC	12,2 л/ч вода; 7,5% WPC
3 WPC	14,3 л/ч вода; 7,5% WPC
4 WPC	10,8 л/ч вода; 15% WPC
5 WPC	12,2 л/ч вода; 15% WPC
6 WPC	14,3 л/ч вода; 15% WPC
7 WPC	10,8 л/ч вода; 22,5% WPC
8 WPC	12,2 л/ч вода; 22,5% WPC
9 WPC	14,3 л/ч вода; 22,5% WPC

К/С* - Экструдаты для контроля из кукурузной муки
WPC** - Экструдаты с добавлением концентрата сывороточного белка

Экструзию проводили в ступенчатом двойном экструдере, при следующих условиях:

- Потребление воды 10,08 л/ч, 12,2 л/ч, 14,3 л/ч;
- Смесь 70 кг/ч
- скорость шнека 300 об/мин.
- температура на выходе из экструдера 120 °С
- диаметр сопла - 4 x 2 мм

Для экструзии смеси кукурузной муки и концентратов сывороточных белков готовили в следующих пропорциях:

- Контрольные образцы кукурузной муки
- 7,5% WPC и 92,5% кукурузной муки
- 15% WPC и 85% кукурузной муки
- 22,5% WPC и 77,5% кукурузной муки

Определение текстурных свойств.

Определение диаметра экструдата (de). Прямо расширенный экструдат разрезали, и диаметр измеряли с помощью измерителя смещения (в миллиметрах). Измерения производятся для каждого образца экструдатов 3 раза и вычисляется среднее значение. Измерения производятся для десяти образцов экструдатов, полученных при тех же производственных условиях, и вычисляется их среднее значение.

Определение коэффициента расширения (EO). Коэффициент расширения представляет собой величину диаметра экструдата, деленную на диаметр сопла (ds) экструдера (2 мм). Образцы берутся отдельно от каждого сопла и выполняются измерения. Отклонения от каждого сопла не должны превышать 10% от других сопел.

Определение эквивалентной массы экструзии (EWE). Эквивалентную массу экструдата определяли для десяти экструдатов каждого образца. Десять экструдатов каждого образца, предварительно определяемых диаметром (de) и коэффициентом расширения (EO), сбрасываются в аналитическом масштабе. Значение выражается как значение измерения, т. е. массовая сумма всех десяти добавок и выражается в граммах.

Для определения текстурно-механических свойств использовался метод «Изгиб». Этот метод используется для материалов, которые обладают открытыми свойствами разрушения. Образец помещается на нижние лезвия так, чтобы концы были так же далеки от основания основы анализатора текстуры. Таким образом, верхний нож загружает точно посередине, что не обязательно означает, что образец будет трескаться. Этот метод имитирует укус во рту.

Статистический анализ. Экспериментальные данные были проанализированы с использованием программного пакета STATISTICA 10.

Результаты и их обсуждение

Смесь подвергается экстремальным условиям обработки за очень короткий промежуток времени и при высоких температурах. Температура расширения 120 °С, скорость 300 об/мин. и вход 70 кг/ч

был постоянным для всех образцов. Вход WPC и потребление воды изменялись. Экструдаты получали по формулам, показанным в таблице 1.

Независимо от высокой температуры расширения 120 °С и большой контактной поверхности частиц муки кукурузы, которая была после посева и размером частиц (200-450 мкм), все образцы были успешно экструдированы.

В таблице 2 приведены результаты для трех контрольных образцов, экструдированных только как экструдат с непосредственным расширением кукурузы без добавления WPC, с другим водозабором. Они показаны в таблице 2 как образцы 1К-3К. Очевидно, что во всех трех образцах имеется большой диаметр экструдата, так как нет единого образца, к которому добавляются белки. Измерения для каждого образца экструдата производятся три раза, потому что разрезанный образец не имеет форму идеального круга. Наибольший диаметр составлял 1 К (13,22 мм) с коэффициентом расширения 6,61 мм, который является показателем однородности и точности сопла экструдера, а также хорошо налаженные условия для производства двухкомпонентного высокоскоростного экструдера и эквивалентного веса экструдата 0,38 г. Причиной этого являются условия процесса, так как этот экструдат получают при минимальном потреблении воды в экструдере 10.08 л/ч. В таких экстремальных условиях, когда торсионный экструдер достигает предельных значений, большая часть вводимой воды должным образом распределяется по смеси и сразу же испаряется после расширения. Вода, оставшаяся

в таком экструдате, распределена по всей поверхности экструдата надлежащим образом, создавая надлежащую сетчатую структуру. Этот продукт также показывает лучшее качество текстуры по сравнению с двумя другими экструдерами без добавления WPC. Механические свойства экструдата 1К-3К также показаны в таблице 2.

Основываясь на этих двух свойствах, которые фактически показывают, что происходит во время потребления пищи во рту, рассчитывается BSI. Также важно изучить, какой метод наиболее подходит для этой модели, потому что то, что происходит во рту с механическими движениями, необходимо адаптировать к анализатору текстуры.

Метод «Изгиб» лучше всего определяет укус, возможный изгиб и поломку пищи (для этого типа продукта). После измеренной прочности образцов, соответствующих значению, указывающему на необратимый коллапс структуры образца (истинный разрыв), рассчитываются значения BSI, представляющие сопротивление образца силе, с которой загружаются образцы.

Самый низкий BSI (таблица 2) имел образец 1К и составлял 0,294 Н/мм, а самый большой образец BSI 3К и составлял 0,399 Н/мм. Эти значения понятны, поскольку образец 1К имел наименьшее потребление воды, а образец 3К был самым высоким потреблением воды. Разница сохраненной воды в образце 3К, увеличивает ее прочность и, следовательно, значение BSI.

Экструзия с добавлением сывороточного белка (WPC).

Таблица 2 - Текстульные свойства экструдата с прямым расширением чистой кукурузы

Образец	de (мм)	EWE** (г)	BSI*** (Н/мм)
1 К/С	13,22	0,38	0,294
2 К/С	12,65	0,4	0,326
3 К/С	12,09	0,44	0,399

de* - Диаметр экструдата

EWE** - Эквивалентный вес экструдата

BSI*** - Прочность на разрыв экструдатов в режиме изгиба

Таблица 3 - Текстульные свойства расширенных экструдатов кукурузы с добавлением WPC

Образец	de (мм)	EWE** (г)	BSI*** (Н/мм)
1 WPC	11,58	0,65	0,438
2 WPC	9,71	0,61	1,167
3 WPC	7,66	0,53	3,003
4 WPC	9,26	0,62	2,663
5 WPC	7,71	0,53	2,779
6 WPC	6,87	0,49	3,062
7 WPC	9,09	0,69	2,428
8 WPC	7,72	0,58	3,369
9 WPC	7,04	0,52	4,498

de* - Диаметр экструдата

EWE** - Эквивалентный вес экструдата

BSI*** - Прочность на разрыв экструдатов в режиме изгиба

Экструзию с добавлением WPC проводили с тремя объемами воды, а также тремя контрольными образцами только с кукурузной мукой и тремя различными концентрациями WPC (таблица 1). Образцы обозначены как 1 WPC - 9 WPC, а их свойства показаны в таблицах. Образец 4 WPC показал лучшие свойства при рассмотрении количества добавленных свойств белка, прочности и текстуры.

Некоторые экструдаты расширялись сильнее, а некоторые слабее. Большое количество белка и максимальная дозировка воды с высокой скоростью вращения создают экструдаты с небольшим расширением и неблагоприятными текстурными свойствами. По мнению некоторых авторов, экструзия WPC может быть выполнена при различных параметрах процесса с максимальным добавлением WPC 25-30%.

В таблице 3 показаны все значения текстурных свойств, и видно (если сравнивать только экструдаты с добавлением WPC), как они растут, поэтому ЕО падает.

Увеличение потребления воды существенно повлияло на уменьшение диаметра экструдата, но также и на другие текстурные значения. В таблице 3 показано, как эти свойства изменяются в зависимости от параметров процесса. Из-за увеличения концентрации белка (сравнение 1 WPC и 4 WPC) можно наблюдать такое же потребление воды так как диаметр экструдера, ЕО и EWE уменьшается, чтобы увеличить BSI. Причиной этого является повышенная концентрация вводимого белка, который при тех же условиях производства вызывает упрочнение стенки образца. Здесь не было полной денатурации белка, и оно остается в качестве строительного элемента в экструдате. Если мы сравним этот образец 7 WPC с уже ограниченным потреблением белка (22,5%) для этой температуры расширения, экспериментальные данные показывают (Таблица 3), что увеличение потребления белка приводит к созданию более надежного образца, где BSI составляет 2428 Н/мм, а EWE 0,69 г.

Когда WPC вводят в непосредственно расширенный экструдат кукурузы, аналогичные изменения также происходят. Ниоим образом не было обнаружено, чтобы можно было экструдировать белок путем экструзии, не влияя на увеличение прочности экструзии, что, является нежелательным для текстуры.

Примерами, которыми это подтверждается, являются образцы 6 WPC и 9 WPC. В этих образцах значения BSI очень велики. Это связано с высоким потреблением воды 14, 28 л/ч для обоих образцов и 15% (6 WPC) и 22,5% (9 WPC) для приема WPC. В этих образцах после экструзии наблюдалось неравномерное распределение воды и белков, так что образцы имели малые диаметры. Поскольку в таких случаях не может быть надлежащей сшитой структуры кукурузной муки, воды и белка, все результаты измерения прочности должны были визуальнo контролироваться во время измерений на анализа-

торе текстуры. Капли воды и белка в некоторых из вышеупомянутых экструдеров создавали твердые утечки, и для некоторых измерений анализатора текстуры (параллельно) результаты не были репрезентативными.

Сравнение всех образцов с добавлением концентрата сывороточного белка (1 WPC-9 WPC) с образцами непосредственно расширенных экструдатов без добавления сывороточного белка (1К-3К) в таблицах 2 и 3, наблюдаются определенные тенденции в текстурных свойствах. Видно, что в образцах 1К-3К диаметр значительно больше, чем в образцах сывороточного белка. В частности, это относится к сравнению образца 3К с образцами 3 WPC, 6 WPC и 9 WPC. Все эти образцы имеют равное потребление воды 14,3 л/ч. Диаметр образца 3К составлял 12,09 мм; образец 3 WPC 7,66 мм; образец 6 WPC 6,87 мм и образец 9 WPC 7,04 мм. Коэффициент расширения экструдата показывает тенденцию к уменьшению стоимости. Чем больше воды и белка (9 WPC-образец), тем больше падает ЕО. Снижение значений ЕО определяется как нежелательный результат, но необходима дополнительная добавка белка WPC. На рисунке 5 показана тенденция падения ЕО. Образец 4 WPC (10,08 л / ч воды и 15% WPC) показывает наибольшее значение для ЕО для экструдеров с добавлением 15% WPC. И значение BSI для образцов с добавлением 15% WPC является лучшим для экструдата 4 WPC (2,663 Н / мм).

Выводы

Можно сделать вывод, что концентрат сывороточного белка с четко определенными параметрами процесса экструзии значительно увеличивает ценность полученного продукта - экструдатов. В результате добавления сывороточного белка изменяются текстурные свойства экструдата. Изменения в диаметре, коэффициент расширения и особенно значительное увеличение прочности экструзии не могут быть устранены основным расширенным экструдатом без добавления сывороточного белка. Но белковая добавка в кукурузной муке значительно увеличивает питательную ценность обогащенного экструдата. Увеличивая использование белка и воды, масса экструдатов увеличивается, что выражается увеличением эквивалентных весовых значений. Как правило, можно сделать вывод, что увеличение содержания сывороточного белка в исходном сырье для экструдата (кукурузная мука) увеличивает прочность экструдата. Самые высокие значения прочности, показанные через значение индекса внеклеточного разлома, были для образцов с самым высоким потреблением воды и белка. Наиболее приемлемые, с учетом полученных текстурных результатов, показал экструдат, полученный в результате добавления 15% концентрата сывороточного белка и 10,8 л/ч воды.

Список литературы

- [1] Onwulata, C. I., Smith, P. W., Konstance, R. P., Holsinger, V. H. (2001): Co-Extrusion Of Dietary Fiber And Milk Proteins In Expanded Corn Products. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Tehnologie*, 34(7), 424-429.
- [2] O'Connell, R (2003): Shake-Down For A Better Results In Fine Powders. *Technical Trends*, 4, 82-85.
- [3] Курочкин А.А., Фролов Д.И., Воронина П.К. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4 (32). С. 172–177.
- [4] Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П.К. Воронина // Инновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 29–34.
- [5] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 3 (42). С. 104–111.
- [6] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2579488 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шмагкова ; 2014146596/13 ; заявл. 19.11.2014 ; опубл. 10.4.2016, Бюл. №10. 8 с.

TEXTURE PROPERTIES OF EXTRUDATES FROM A MIXTURE OF CORNMEAL AND WHEY PROTEIN

Frolov D.I.

Texture is an important property of enriched extruded products and depends on the conditions of the extrusion process, the properties of the raw materials and the properties of the various ingredients. The main purpose of this study was the use of twin-screw extrusion to produce an extrudate based on mixtures of cornmeal and whey protein concentrate with acceptable texture properties. Three different mixtures of cornmeal and whey protein concentrate were prepared. The share of whey protein concentrate in the mixture was 7.5%, 15% and 22.5%. The mixtures were treated in a co-rotating twin-screw extruder under the following conditions: water flow rate 10.08 l / h, 12.2 l / h, 14.3 l / h; the screw speed is 300 rpm; temperature at the exit of the extruder 120 ° C; feed rate 70 kg / h. The texture properties were determined by the extruder quality indicators: the tensile strength index and the expansion coefficient. The tensile strength index was greatest for the sample with 22.5% whey protein concentrate 22.5% and water consumption 14.3 l / h. A sample with 7.5% whey protein concentrate and 10.08 l / h water had the largest expansion coefficient. The obtained results confirmed the quality of all tested samples. The results showed that enriched extrudates can be obtained with a whey protein concentrate to 22.5% to produce a product enriched with essential amino acids lacking in cornmeal.

Keywords: *texture, corn flour, whey proteins, extrusion.*

References

- [1] Onwulata, C. I., Smith, P. W., Konstance, R. P., Holsinger, V. H. (2001): Co-Extrusion Of Dietary Fiber And Milk Proteins In Expanded Corn Products. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Tehnologie*, 34(7), 424-429.
- [2] O'Connell, R (2003): Shake-Down For A Better Results In Fine Powders. *Technical Trends*, 4, 82-85.
- [3] Kurochkin A.A., Frolov D.I., Voronina P.K. Opredelenie osnovnykh parametrov vakuumnoi kamery modernizirovannogo ekstrudera // Vestnik Ul'yankovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. № 4 (32). P. 172–177.
- [4] Teoreticheskoe opisaniye protsessya vzryvnogo ispareniya vody v ekstrudere s vakuumnoi kameroy / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2015. № 1 (02). P. 29–34.
- [5] Ekstrudaty iz rastitel'nogo syr'ya s povyshennym sodержaniem lipidov i pishchevykh volokon / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2016. № 3 (42). P. 104–111.
- [6] Sposob proizvodstva khlebobulochnykh izdelii : pat. 2579488 Rossiiskaya Federatsiya : MPK A 21 D 8/02 / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova ; 2014146596/13 ; zayavl. 19.11.2014 ; opubl. 10.4.2016, Byul. №10. 8 p.

ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

УДК 664.644.7

ИССЛЕДОВАНИЕ АСЕПТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПОРОШКА КОРНЯ ДЕВЯСИЛА В ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Лобачёва Д.С.

В статье рассматривается использование порошка корня девясила высокого для увеличения асептического действия на развитие плесневых грибов на поверхности хлебобулочных изделий. Описываются преимущества хлебобулочных изделий с использованием порошка корня девясила высокого.

Ключевые слова: корень девясила, плесневые грибы, хлебобулочные изделия.

Введение

Создание новых рецептур хлеба с использованием перспективных фитобогадателей представляет большой теоретический и практический интерес и создает предпосылки к расширению ассортимента, улучшению качества, повышению пищевой и биологической ценности готовой продукции [4].

В настоящее время в технологию производства хлеба, кондитерских изделий вносится множество добавок растительного происхождения, таких, как: пшеничные отруби, пивная дробина, различные фруктовые и овощные порошки, кукурузная мезга, выжимки цитрусовых, продукты переработки бобов сои, белковые препараты из масличных и бобовых культур, экстракты лечебных трав и другие [1,2].

Целью исследования является применение порошка корня девясила для увеличения асептического действия на механизм ингибирования плесневых грибов на поверхности готовых хлебобулочных изделий.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования использовался хлеб из пшеничной муки первого сорта с добавлением порошка корня девясила.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования было выявлено, что самым приемлемым вариантом по органолептическим и физико-химическим показателям качества является хлеб с добавлением порошка корня девясила высокого в количестве 1% к массе муки.

Использование порошка корня девясила хлеб получается пряный со жгучим сладковатым вкусом, серым мякишем и бледной коркой. Применение этого растительного сырья ведет к повышению кислотности мякиша и уменьшению объема готовых изделий [3]. Благодаря наличию аскорбиновой кислоты девясил может служить в качестве улучшителя хлеба, так как аскорбиновая кислота ускоряет процесс брожения. Из-за содержания большого количества дубильных веществ, продукт будет цениться за антиоксидантные свойства [6].

Таблица 1 - Физико-химические показатели качества хлеба с использованием порошка корня девясила высокого

Варианты опыта	Показатели			
	Влажность, %	Пористость, %	Кислотность, град	Объёмный выход хлеба, см ³ /100г
Мука пшеничная 1 сорта(100%) - контроль	42,3	70,9	1,4	310
Мука пшеничная 1 сорта (100%)+порошок корня девясила 1,0%	42,1	66,1	1,7	270
Мука пшеничная 1 сорта (100%)+порошок корня девясила 2,0%	42,1	63,2	1,7	260
Мука пшеничная 1 сорта (100%)+порошок корня девясила 3,0%	41,8	62,4	1,8	265
Мука пшеничная 1 сорта (100%)+порошок корня девясила 4,0%	41,8	61,8	1,8	260
Мука пшеничная 1 сорта (100%)+порошок корня девясила 5,0%	41,7	59	2	250

В девясила находится значительное число полисахаридов инулина (до 45 %) и инулина, сапонинов, витамина Е, алкалоидов и эфирного масла, смолы, камедь. Ценным является эфирное масло девясила (до 4,3 %), главными компонентами которого являются бициклические сесквитерпены, производные альфа-селинена: изоалантолактон, алантолактон и дигидроалантолактон.

Кроме того, эта добавка содержит камедь, которая благотворно влияет на состояние ЖКТ. Есть и бензойная кислота, с помощью которой улучшается состояние кожи, также и кальций, калий, магний, которые также благотворно влияют на кости, суставы, наш иммунитет и состояние крови. Благодаря этим свойствам девясила находят применение в качестве антисептического, мочегонного, противовоспалительного, потогонного, отхаркивающего, кровоочищающего средства.

Выводы

Благодаря фитонцидам девясила резко снижается риск развития плесени на поверхности хлеба, что прибавляет времени для продажи упакованных изделий без использования каких-либо консервантов. Кроме этого, порошок корня девясила сообщает хлебу ряд полезных свойств. Его применение оказывает бактерицидное, обезболивающее, отхаркивающее, мочегонное и противовоспалительное действие[5].

Использование в рецептуре хлеба порошка корня девясила способствует возрастанию кислотности мякиша хлеба, что увеличивает асептическое действие на развитие плесневых грибов на поверхности готового изделия.

Список литературы

- [1] Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник. 9-е изд., перераб. и доп. Гекст./Под общ. ред. Л.И. Пучковой. - СПб.: Профессия, 2013. — 416 с., ил.
- [2] Зайцева, Г.И. Использование нетрадиционных видов сырья Гекст./Г.И. Зайцева//Пищевая промышленность. 2009. № 3.
- [3] Гатько, Н.Н. Влияние добавок на качество хлебобулочных изделий / Н. Н. Гатько // Пищевая технология. - 2014.- № 5-6. - С. 37-39.
- [4] Корчагин В.И. Перспективные обогатители растительного происхождения в производстве хлебобулочных изделий [Текст] / В.И. Корчагин, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2011. – 278 с.
- [5] Разработка технологий хлебобулочных и макаронных изделий профилактического назначения [Электронный ресурс] URL: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologiy-hlebobulochnyh-i-makaronnyh-izdeliy-profilakticheskogo-naznacheniya-s-ispolzovaniem-produktov-pererab> (дата обращения 19.10.2017)
- [6] Влияние порошка корня девясила на органолептические и физико-химические показатели [Электронный ресурс] URL: <http://pandadiplom.ru/project/pokazateli-kachestva-hleba-iz-muki-shenichnoj-vysshego-sorta/> (дата обращения 19.10.2017)

THE USE OF POWDER OF ELECAMPAINE ROOT TO INCREASE THE ASEPTIC ACTIONS ON THE DEVELOPMENT OF FUNGI ON THE SURFACE OF BAKERY PRODUCTS

Lobacheva D.S.

The article discusses the application of the powder of elecampane root to increase the aseptic actions on the development of fungi on the surface of bakery products. Describes the benefits of bakery products with use of powder of elecampane root.

Keywords: *elecampane root, fungi, and bakery products.*

References

- [1] The Auermann, L. Y. Technology of baking production: Textbook. 9th ed., Rev. EXT./Under the General editorship of L. I. Beam. - SPb.: Profession, 2013. — 416 C., Il.
- [2] Zaitseva, G. I. the Use of alternative raw materials EXT./G. I. Zaitseva//Food industry. 2009. No. 3.
- [3] Gatica, N. N. The effect of additives on the quality of bakery products / N. N. Gatco // Food technology. - 2014.- No. 5-6. - Pp. 37-39.

- [4] Korchagin V. I. Prospective mineral processing plant origin in the production of bakery products [Text] / V. I. Korchagin, G. O. Magomedov, N. M. Derkanosova. – Voronezh: Voronezh.state. tekhnol. Acad., 2011. – 278 p.
- [5] Development of technologies of bakery and pasta prophylactic purposes [Electronic resource] URL: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-tehnologiy-hlebobulochnyh-i-makaronnyh-izdeliy-profilakticheskogo-naznacheniya-s-ispolzovaniem-produktov-perer>(date of access 19.10.2017).
- [6] Vliyaniye, powder of elecampane root on organoleptic and physico-chemical indicators [Electronic resource] URL: <http://pandadiplom.ru/project/pokazateli-kachestva-hleba-iz-muki-shenichnoj-vysshego-sorta/> (accessed 19.10.2017)

ИНФОРМАЦИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Некрашевич В.Ф., Попов А.С., Афанасьева К.С. Теория уплотнения зеленой измельченной массы в мягких контейнерах вакуумированием при силосовании // Инновационная техника и технология. 2017. № 3 (12). С. 5–7.

Курдюмов В.И., Зыкин Е.С., Артемьев В.В. Теоретическое обоснование силы, необходимой на перемещение посевной секции гребневой сеялки // Инновационная техника и технология. 2017. № 3 (12). С. 8–12.

Шаронов И.А., Егоров А.С., Курдюмов В.И. Результаты исследования почвообрабатывающего катка // Инновационная техника и технология. 2017. № 3 (12). С. 13–17.

Некрашевич Владимир Федорович

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

Nekrashevich Vladimir Fedorovich

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

Попов Андрей Сергеевич

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

Popov Andrei Sergeevich

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

Афанасьева Кристина Сергеевна

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

Afanas'eva Kristina Sergeevna

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

Курдюмов Владимир Иванович

д-р техн. наук, профессор
Ульяновский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
432017, Россия, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом
1
Тел.: 8(8422)55-95-95,
E-mail: vik@ugsha.ru

Kurdyumov Vladimir Ivanovich

doctor of technical sciences, professor
Ulyanovsk state agricultural academy named after P.A.
Stolypin
432017, Russia, Ulyanovsk, Parkway a New ring, house 1
Phone: 8(8422)55-95-95,
E-mail: vik@ugsha.ru

Зыкин Евгений Сергеевич

канд. техн. наук, доцент
Ульяновский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
432017, Россия, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом
1
Тел.: 8(8422)55-95-95,
E-mail: evg-zykin@yandex.ru

Zykin Evgeniy Sergeevich

cand. technical sciences, associate professor
Ulyanovsk state agricultural academy named after P.A.
Stolypin
432017, Russia, Ulyanovsk, Parkway a New ring, house 1
Phone: 8(8422)55-95-95,
E-mail: evg-zykin@yandex.ru

Артемьев Вадим Викторович

студент
Ульяновский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
432017, Россия, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом
1
Тел.: 8(8422)55-95-95,
E-mail: vadimka.artemev.1999@mail.ru

Artemyev Vadim Viktorovich

student
Ulyanovsk state agricultural academy named after P.A.
Stolypin
432017, Russia, Ulyanovsk, Parkway a New ring, house 1
Phone: 8(8422)55-95-95,
E-mail: vadimka.artemev.1999@mail.ru

Шаронов Иван Александрович

канд. техн. наук, доцент
Ульяновский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
432017, Россия, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом
1
Тел.: 8(8422)55-95-95,
E-mail: ivanshar2009@yandex.ru

Sharonov Ivan Aleksandrovich

cand. technical sciences, associate professor
Ulyanovsk state agricultural academy named after P.A.
Stolypin
432017, Russia, Ulyanovsk, Parkway a New ring, house 1
Phone: 8(8422)55-95-95,
E-mail: ivanshar2009@yandex.ru

Егоров Алексей Сергеевич

студент
Ульяновский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
432017, Россия, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, дом
1
Тел.: 8(8422)55-95-95,
E-mail: ivanshar2009@yandex.ru

Egorov Aleksei Sergeevich

student
Ulyanovsk state agricultural academy named after P.A.
Stolypin
432017, Russia, Ulyanovsk, Parkway a New ring, house 1
Phone: 8(8422)55-95-95,
E-mail: ivanshar2009@yandex.ru

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Иванова И.В., Ионов М.С., Кравченко М.Ю., Родионов Ю.В. Обогащение йогуртов компонентами растительного происхождения // Инновационная техника и технология. 2017. № 3 (12). С. 18–21.

Фролов Д.И., Курочкин А.А. Разработка компьютерной программы для расчета влажности и индекса расширения экструдата овса // Инновационная техника и технология. 2017. № 3 (12). С. 22–25.

Кулемина Н.В., Шабурова Г.В. Использование экструдированной композитной смеси в технологии ржано-пшеничного хлеба // Инновационная техника и технология. 2017. № 3 (12). С. 26–30.

Кулькова Ю.С., Гарькина П.К. Перспективы использования нетрадиционного сырья в производстве булочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности // Инновационная техника и технология. 2017. № 3 (12). С. 31–34.

Фролов Д.И. Текстурные свойства экструдатов из смеси кукурузной муки и сывороточного белка // Инновационная техника и технология. 2017. № 3 (12). С. 35–39.

Иванова Ирина Викторовна

канд. техн. наук, зав. кафедрой инженерных дисциплин
Тамбовский филиал ФГБОУ ВО «Мичуринский
государственный аграрный университет»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 130/3
Тел.: +7(4752) 72-00-35
E-mail: aniri1901@yandex.ru

Ivanova Irina Viktorovna

cand. technical sciences, head of the Department of
Engineering Disciplines
Tambov branch of Federal State Budgetary Educational
Institution of Higher Education «Michurinsk State Agrarian
University»
392000, Tambov, Sovetskaya St. 130/3
Phone: +7(4752) 72-00-35
E-mail: aniri1901@yandex.ru

Ионов Михаил Сергеевич

магистрант кафедры «Техническая механика и детали
машин»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106
Тел.: (4752) 63-10-19
E-mail: m.ionov93@mail.ru

Ionov Mikhail Sergeevich

candidate for a master's degree
Department "Engineering Mechanics and Machine Parts",
Tambov State Technical University
392000, Tambov, Sovetskaya St. 106
Phone: (4752) 63-10-19
E-mail: m.ionov93@mail.ru

Кравченко Мария Юрьевна

аспирант кафедры «Технология производства, хранения
и переработки продуктов растениеводства»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет»
393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул.
Интернациональная, д. 101
Тел.: +7(47545) 54010
E-mail: mariya.kravchenko@danone.com

Kravchenko Mariya Yurevna

postgraduate student
Department "Technology of production, storage and
processing of crop products"
Tambov State Technical University
393760, Tambov region, Michurinsk, Internatsionalnaya St,
101
Phone: +7(47545) 54010
E-mail: mariya.kravchenko@danone.com

Родионов Юрий Викторович

д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Техническая
механика и детали машин»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106
Тел.: (4752) 63-04-59
E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru

Rodionov Yuriy Viktorovich

doctor of technical sciences, professor, head of Department
"Engineering Mechanics and Machine Parts",
Tambov State Technical University
392000, Tambov, Sovetskaya St. 106
Phone: (4752) 63-10-19
E-mail: rodionow.u.w@rambler.ru

Фролов Дмитрий Иванович

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

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

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

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

Шабурова Галина Васильевна

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

Shaburova Galina Vasilevna

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

Кулемина Наталья Викторовна

старший инженер-технолог хлебобулочного и сухарного производства
ОАО «Пензенский хлебозавод № 4»
440034, Россия, г. Пенза, ул. Металлистов,
Тел.: 8 (8412) 32-14-51,
E-mail: hz4ptl@mail.ru

Kulemina Natalia Viktorovna

senior engineer-technologist of bakery and bread production
ОАО «Penza bakery № 4»
440034, Russia, Penza, street Metallistov,
Tel: 8 (8412) 32-14-51,
E-mail: hz4ptl@mail.ru

Гарькина Полина Константиновна

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

Garkina Polina Konstantinovna

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

Кулькова Ю.С.

магистрант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: uliua16597@mail.ru

Kulkova Yu.S.

master student «Food productions»
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: uliua16597@mail.ru

Трибуна молодого ученого

Лобачёва Д.С. Исследование асептического действия порошка корня девясила в хлебобулочных изделиях // Инновационная техника и технология. 2017. № 2 (11). С. 40–42.

Лобачева Дарья Сергеевна,

студент-магистр
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
440039, Россия, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11
Тел.: 8 (8412) 49-59-80,
E-mail: Dasha5864@mail.ru

Lobacheva Daria Sergeevna.,

student-master of
Penza State Technological University
440039, Russia, Penza, travel Baydukova/Gagarin street,
1A/11
Tel: 8 (8412) 49-59-80,
E-mail: Dasha5864@mail.ru

ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

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

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

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

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

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

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

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

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке, она направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту, который сделал критические замечания.

Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания редакции.

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

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

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

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть 5–10 страниц. Текст статьи должен быть напечатан на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с одной стороны листа в одну колонку.

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

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

4. Аннотация (не более 800 печатных знаков). Отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований.

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

порядке. Необходимо четко сформулировать цель исследования.

«Объекты и методы исследований»:

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

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

«Результаты и их обсуждение» – часть, содержащая краткое описание полученных экспериментальных данных. Изложение результатов должно заключаться в выявлении обнаруженных закономерностей, а не в механическом пересказе содержания таблиц и графиков. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени. Обсуждение не должно повторять результаты исследования.

«Выводы» В конце раздела рекомендуется сформулировать основной вывод, содержащий ответ на вопрос, поставленный в разделе «Введение».

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

Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул (использовать английский алфавит) Equation (MathType) или в MS Word одним объектом, а не состоять из частей. Необходимо придерживаться стандартного стиля символов и индексов: английские – курсивом (Italic), русские и греческие – прямым шрифтом, с указанием строчных и прописных букв, верхних и нижних индексов. Химические формулы набираются 9-м кеглем, математические – 10-м. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.png, *.jpg или *.tiff. Подписная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки.

Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph и **вставлять картинкой**. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

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

7. Список литературы. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте. В тексте статьи дается порядковый номер источника из списка цитируемой литературы в квадратных скобках. Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82–2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

В случае несоответствия оформления статьи предъявляемым требованиям статья не публикуется. Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

1) электронная версия статьи в программе MS Word 2007–2013. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

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

Этапы преобразования ссылки

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

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

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

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

Порядок преобразования ссылки

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

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

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

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

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

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

Примеры оформления списка литературы в латинице

Описание статьи из журнала:

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

Описание статьи из электронного журнала:

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

Описание статьи с DOI:

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

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

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

Описание книги (монографии, сборники):

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

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

Описание Интернет-ресурса:

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

Описание диссертации или автореферата диссертации:

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

Описание ГОСТа:

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

Описание патента:

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 3 (12) / 2017

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

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

*Сдано в производство 29.11.2017. Формат 60X84/8
Бумага типогр. №1. Печать ризография. Шрифт Times New Roman.
Усл. печ. л. 5,93. Заказ № 956. Тираж 100 экз.*