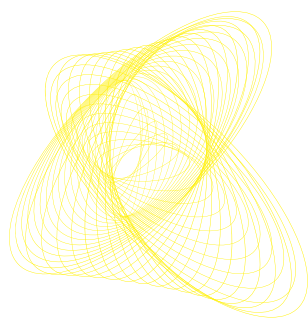
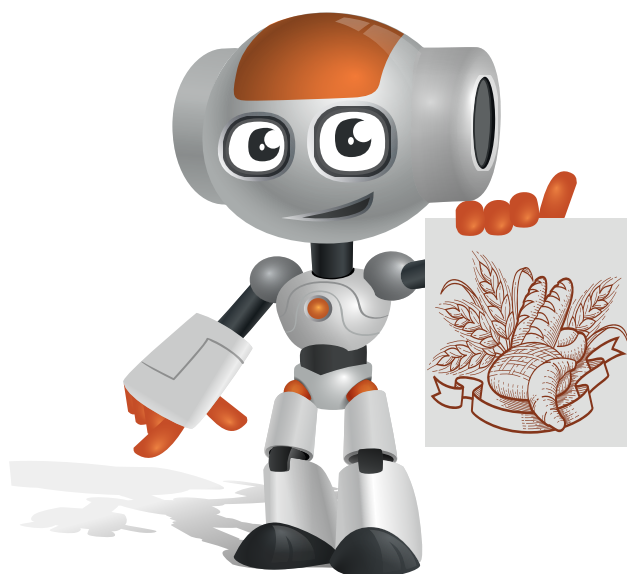


Выпуск № 2 (03)/2015



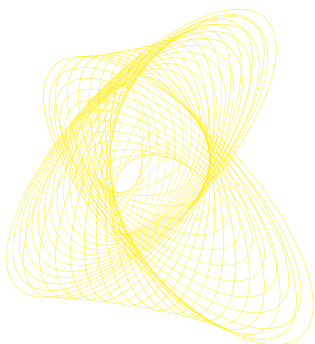
ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

ISSN: 2410-0242



Научно-теоретический и практический журнал

ISSN: 2410-0242



Инновационная техника и технология



INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

Выпуск № 2 (03)/2015

Научно-теоретический и практический журнал

ПЕНЗА 2015

ISSN 2410-0242



9 772410 024006

**ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ**
№ 2 (03) / 2015

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

Д. И. Фролов, кандидат технических
наук, доцент

Зам. главного редактора

А. А. Курочкин, доктор технических
наук, профессор

Редакционная коллегия:

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

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

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

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

Г. В. Шабурова, кандидат технических
наук, доцент

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

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

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

Входит в международную информационную
систему по сельскому хозяйству AGRIS.

© Фролов Д. И., 2015
© Эврика, 2015

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY
№ 2 (03) / 2015

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

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

Deputy-chief editor

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

Editorial board members:

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

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

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

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

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

Issued 4 times a year

The editorial office address:

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

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

Included in the international information
system for agriculture AGRIS.

© Frolov D. I., 2015
© Eureka, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

- Функциональный композит на основе экструдированной смеси пшеницы и семян тыквы**
А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина 5
- Оптимизация компонентного состава функциональных продуктов питания, оказывающих благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему**
Д. И. Фролов 12
- Экструдат проса как сырье нового поколения для обогащения пива**
П. К. Воронина 16

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- К вопросу совершенствования экструзионных технологий**
Д. И. Фролов, А. А. Курочкин 18

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- Влияние сидератов на урожайность культур в короткоротационном зернопаровом севообороте**
И. Н. Зеленин, Г. В. Шабурова 24
- Повышение универсальности ботвоудаляющей машины за счет модернизации кожуха для удаления картофельной ботвы**
О. Н. Пчелинцева, К. П. Фудин 29
- Прочностной анализ модели рабочего органа при влиянии на него центробежной силы**
Д. И. Фролов, А. А. Курочкин 34

Трибуна молодого ученого

- Обоснование актуального направления в совершенствовании экструзионных технологий**
Н. В. Живаева, А. О. Денисов 40

ИНФОРМАЦИЯ

- Сведения об авторах. Требования к оформлению статей** 45

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

- Functional composite extruded mixture of wheat and pumpkin seeds**
A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina 5
- Optimization of the composition of functional foods with beneficial effect on the cardiovascular system**
D. I. Frolov 12
- The extruded product of millet as raw materials of new generation to enrich beer**
P. K. Voronina 16

TECHNOLOGY EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

- To the question of improvement of extrusion technologies**
D. I. Frolov, A. A. Kurochkin 18

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

- Influence green manure on crop in grain crop rotation**
I. N. Zelenin, G. V. Shaburova 24
- Improved versatility haulm removal machine by modernizing housing for removal of potato tops**
O. N. Pchelintseva, K. P. Fudin 29
- Strength analysis model of the working body when the influence of the centrifugal force**
D. I. Frolov, A. A. Kurochkin 34

TRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

- Rationale current trends in the improvement of extrusion technologies**
N. V. Zhivaeva, A. O. Denisov 40

INFORMATION

- Information about the authors. Requirements for the articles** 45

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.769

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ ЭКСТРУДИРОВАННОЙ СМЕСИ ПШЕНИЦЫ И СЕМЯН ТЫКВЫ

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

Представлены результаты исследований, свидетельствующие о существенном влиянии соотношения влажности экструдированных зерен пшеницы и семян тыквы, а также влажности экструдированной смеси в целом на индекс расширения экструдатов.

Ключевые слова: экструдат, крахмалсодержащее сырье, липиды, влажность, коэффициент расширения, модель.

Введение

Известно, что во многих регионах России рацион питания жителей в той или иной мере дефицитен в отношении белка, полиненасыщенных жирных кислот (омега-3, омега-6), растворимых и нерастворимых пищевых волокон (пектин, камеди, слизи, целлюлоза и др.), витаминов (группы В, Е и др.), а также целого ряда минеральных веществ.

Одним из эффективных и экономически обоснованных способов решения данной проблемы может быть разработка натуральных функциональных композитов, с помощью которых регулярно потребляемые в пищу продукты обогащались бы недостающими для нормального питания людей ингредиентами.

В этом отношении заслуживает внимания опыт применения в качестве функциональной добавки к мучным кондитерским и хлебобулочным изделиям композитов, полученным путем экструдирования смеси растительного сырья с высоким содержанием крахмала, липидов и белка. В качестве примеров таких композитов можно назвать экструдаты смеси зерна пшеницы с семенами тыквы, расторопши, льна, кунжута и др.

Например, в тыквенных семенах с оболочкой относительно много белка, жира и клетчатки, при этом в них белок и незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты очень хорошо сбалансированы.

В состав масла семян тыквы входит токоферол (витамин Е), играющий важную роль в тканевом дыхании клеток и обладающий выраженной антиоксидантной способностью [1, 2, 3].

Оболочка семян тыквы является источником повышенного содержания микроэлементов и пищевых волокон. В измельченном виде она считается хорошим энтеросорбентом и наряду с адсорбционной способностью позволяет дополнительно ввести значимое для организма человека количество железа, калия, магния и меди [4].

В семенах тыквы (в том числе и в их оболочке) в большом количестве содержится весьма важный для иммунной системы человека микроэлемент – цинк. В серовато-зеленом слое, который в очищенных семенах тыквы, как правило, отсутствует, содержится достаточно редкая аминокислота – кукурбитин, благодаря которой семена тыквы обладают антигельминтными свойствами.

Небольшое содержание крахмала и относительно высокое содержание липидов и клетчатки не позволяют получать экструдаты высокого качества при обработке семян тыквы с помощью серийного оборудования. К тому же экструдирование растительного сырья с высоким содержанием липидов в части его оптимальной влажности существенно отличается от обработки крахмалсодержащего сырья [5].

К особенностям экструзионной обработки семян тыквы совместно с оболочкой можно отнести следующее:

1. Экструдаты семян тыквы с оболочкой содержат в среднем 15...20% жира.

2. Низкий коэффициент трения обрабатываемого материала о шнек машины не позволяет экструдировать семена тыквы при той влажности, которую они имеют сразу после извлечения из плода (тыквины). Поэтому после выделения семян из тыквы влажностью 34...36%, их следует высушить до содержания влаги 18...20%. При более высокой влажности семян их пластичные свойства не позволяют получить на выходе из фильеры матрицы необходимые для эффективной экструзии давление и температуру.

В случае обработки пересушенных семян, на выходе из фильеры выделяются излишки масла, не связанные с экструдатом, продукт расслаивается и плохо хранится.

3. При температуре экструзии больше 105...110 °С липиды экструдата приобретают склонность к окислению, что повышает требования

Таблица 1 – Матрица планирования и результаты эксперимента

Система опытов	№ опыта	Кодированные факторы			Натуральные факторы			Индекс расширения
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	
Полный факторный эксперимент типа 2 ³	1	-1	-1	-1	20,0	15,0	14,0	3,2
	2	-1	-1	1	20,0	15,0	22,0	2,8
	3	-1	1	-1	20,0	35,0	14,0	3,6
	4	-1	1	1	20,0	35,0	22,0	2,6
	5	1	-1	-1	40,0	15,0	14,0	2,7
	6	1	-1	1	40,0	15,0	22,0	1,9
	7	1	1	-1	40,0	35,0	14,0	2,2
	8	1	1	1	40,0	35,0	22,0	1,0
Опыты в «звездных» точках	9	-1,68	0	0	13,2	25,0	18,0	3,8
	10	+1,68	0	0	46,8	25,0	18,0	1,0
	11	0	-1,68	0	30,0	8,2	18,0	1,8
	12	0	+1,68	0	30,0	41,8	18,0	1,7
	13	0	0	-1,68	30,0	15,0	11,3	2,4
	14	0	0	+1,68	30,0	15,0	24,7	1,1
Опыты в центре плана	15	0	0	0	30,0	15,0	18,0	1,3
	16	0	0	0	30,0	15,0	18,0	1,2
	17	0	0	0	30,0	15,0	18,0	1,2
	18	0	0	0	30,0	15,0	18,0	1,3
	19	0	0	0	30,0	15,0	18,0	1,3
	20	0	0	0	30,0	15,0	18,0	1,2

к условиям хранения продукта и затратам на этот процесс.

4. Экструдат имеет относительно низкую пористость при коэффициенте взрыва в пределах 1,3...1,5.

Устранить большинство перечисленных недостатков и получить функциональный композит высокого качества можно путем совместного экструдирования сырья с относительно высоким содержанием жирных кислот с крахмалсодержащим сырьем, например, зерном пшеницы. Такие экструдаты при содержании в них воды не больше 10...12% сохраняет практически все полезные свойства сырья, из которого они выработаны и хорошо хранятся в обычных условиях [5, 6, 7, 8].

Цель исследования – обосновать основные технологические параметры и оценить степень их влияния на процесс получения функционального композита на основе смеси зерна пшеницы и семян тыквы.

Задача исследования – определить рациональное значение факторов, оказывающих наибольшее влияние на качество экструдата смеси зерна пшеницы и семян тыквы.

При этом общие подходы к получению и оценке экструдатов в данной работе согласовывались с ранее проведенными исследованиями [9–14].

Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования выполнялись с помощью одношнекового пресс-экструдера, дополнительно оснащенного оборудованием, позволяющим реализовать термовакуумное воздействие на выходящий из фильеры машины экструдат [15–21].

Объектом исследования являлась смесь измельченных зерен пшеницы и семян тыквы, которую экструдировали в течение 15...20 с при температуре 100...105 °С с последующим воздействием на выходящее из фильеры матрицы экструдера сырье пониженным давлением, равным 0,05 МПа. Частота вращения шнека пресс-экструдера составляла 7,5 с⁻¹, диаметр фильеры матрицы экструдера – 4 мм.

В качестве исследуемых были выбраны следующие факторы: содержание семян тыквы в экструдированной смеси – X₁ (%), влажность семян тыквы – X₂ (%) и влажность зерна пшеницы – X₃ (%). За критерий качества полученного функционального композита был принят индекс расширения экструдатов (коэффициент взрыва) – В (безразмерная величина).

При поиске оптимальных условий протекания процесса экструдирования и получения экстремума критерия качества в почти стационарной области,

где поверхность отклика имеет значительную кривизну целесообразно использовать модель в виде полинома второй степени.

Программа эксперимента была реализована с помощью центрального композиционного униформ-ротатабельного планирования, состоящего из трех уровней: факторного плана типа 2^3 , составляющего «ядро» центрального композиционного плана; звездных точек, на осях факторного пространства и дополняющих опытов в центре плана. Матрица планирования и результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

Модель второго порядка, описывающая зависимость коэффициента взрыва (В) от содержания семян тыквы в экструдруемой смеси, влажности экструдруемых семян тыквы и пшеницы имеет вид:

$$B = 13,421 - 0,289X_1 + 0,005X_1^2 - 0,034X_2 + 0,003X_2^2 - 0,598X_3 + 0,018X_3^2 - 0,002X_1X_2 - 0,002X_1X_3 - 0,003X_2X_3 \quad (1)$$

Оценим статистическую надежность уравнения регрессии с помощью критерия Фишера, который проверяет нулевую гипотезу о статистической незначимости параметров построенного регрессионного уравнения и показателя тесноты связи. Фактическое значение F-критерия Фишера для полученного уравнения регрессии $F_p=14,238$. Сравним его с табличным значением F-критерия (F_t), по заданному уровню значимости ($\alpha=0,05$) и числу степеней свободы (в пакете Statistica: ss модели=9,

ss остаток=10) $F_t=3,02$. Поскольку $F_p > F_t$, то нулевая гипотеза отвергается. Таким образом, признается статистическая значимость регрессионного уравнения и его параметров.

Анализ полученного уравнения показывает, что на индекс расширения экструдата наибольшее влияние оказывают влажность зерна пшеницы (коэффициент регрессии 0,598), содержание семян тыквы в экструдруемой смеси (коэффициент регрессии 0,289) и влажность семян тыквы (коэффициент регрессии 0,034). Эффекты межфакторных взаимодействий имеют малое влияние на критерий качества. Наличие в модели квадратичных эффектов факторов показывает, что характер влияния этих факторов на отклик криволинейный (параболический).

Из диаграммы Парето для коэффициента взрыва экструдата (рис. 1) видно, что из основных компонент статистически значимыми оказались эффекты: X_1 – содержание семян тыквы в экструдруемой смеси и X_3 – влажность зерна пшеницы, остальные оказались слабо значимыми.

Множественный коэффициент корреляции для модели $R=0,96$; коэффициент детерминации $R^2=0,92$; статистическая значимость составляет $p<0,0001$. Полученная математическая модель адекватна опытным данным при доверительной вероятности 95 %.

Для поиска экстремума функции регрессии и факторов, наиболее сильно влияющих на критерий оптимизации, воспользуемся геометрической интерпретацией оптимизируемой функции и изучим поверхность отклика в частных зависимостях. Для получения зависимостей поочередно подставляем в уравнение (1) каждый фактор на нулевом уровне. Зависимость коэффициента взрыва (В) от содер-

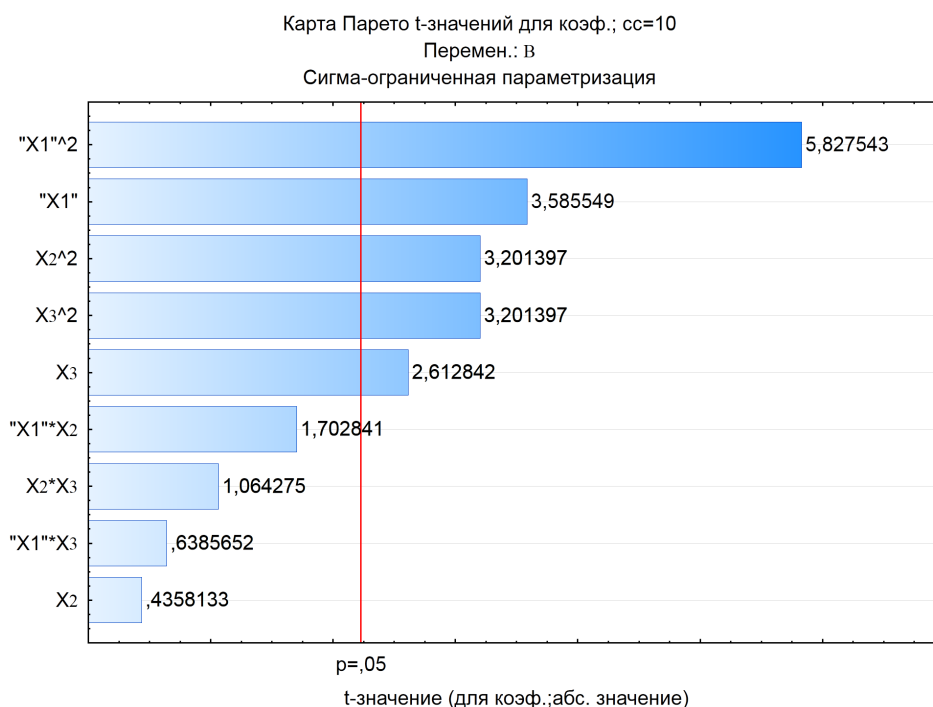


Рис. 1. Диаграмма Парето для коэффициента взрыва экструдата (В)

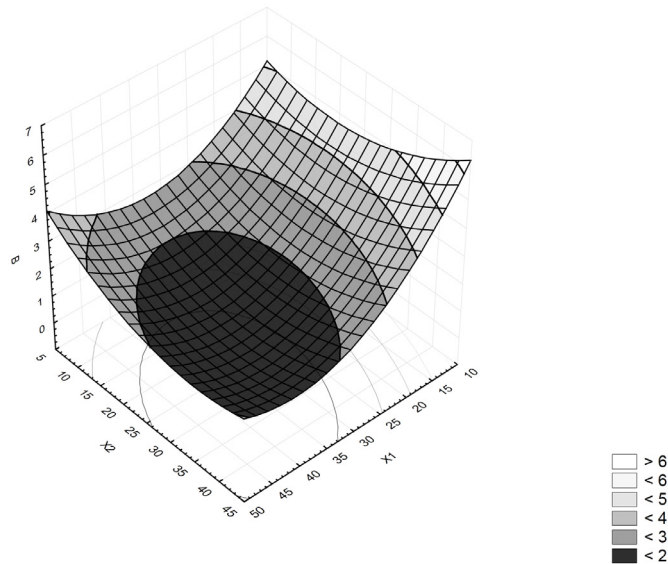


Рис. 2. Поверхность отклика, характеризующая зависимость коэффициента взрыва (В) от содержания семян тыквы в экструдированной смеси – X1 и влажности экструдированных семян тыквы – X2

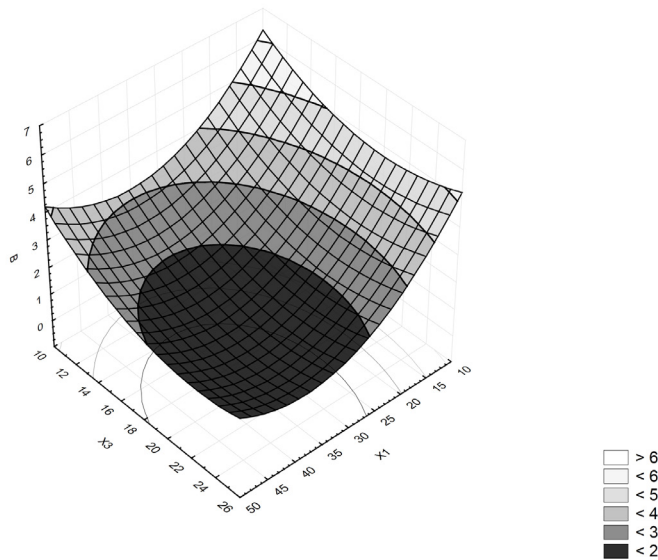


Рис. 3. Поверхность отклика, характеризующая зависимость коэффициента взрыва (В) от содержания семян тыквы в экструдированной смеси – X1 и влажности пшеницы – X3

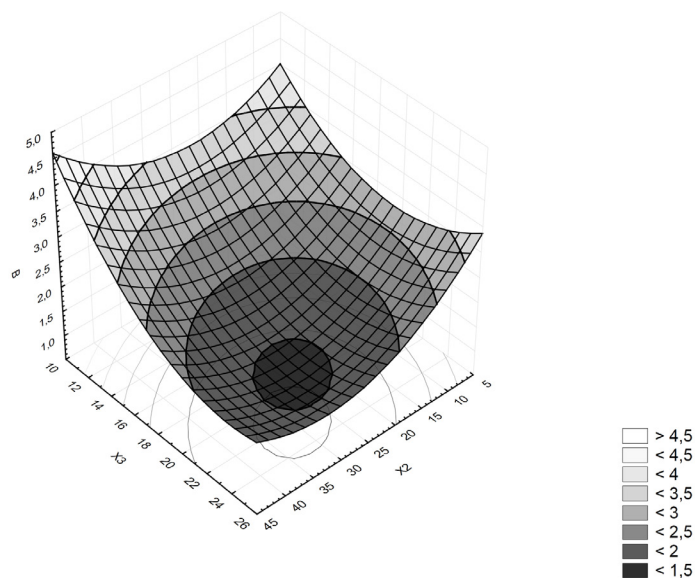


Рис. 4. Поверхность отклика, характеризующая зависимость коэффициента взрыва (В) от влажности экструдированных семян тыквы X2 и влажности пшеницы – X3

жания семян тыквы в экструдированной смеси (X_1) и влажности экструдированных семян тыквы (X_2) представляет собой следующее уравнение:

$$B = 8,489 - 0,325X_1 - 0,088X_2 + 0,005X_1^2 + 0,003X_2^2 - 0,002X_1X_2 \quad (2)$$

Полученная зависимость (2) явилась основой для построения поверхности отклика, характеризующей зависимость коэффициента взрыва от содержания семян тыквы в экструдированной смеси и влажности экструдированных семян тыквы (рис. 2).

Графический анализ поверхности отклика показывает, что заметное влияние на коэффициент взрыва оказывает содержание семян тыквы в экструдированной смеси – X_1 , причем рациональные значения этого параметра находятся в диапазоне от 10 до 15%. Процент содержания влаги в экструдированных семенах тыквы – X_2 с возрастанием плавно увеличивает коэффициент взрыва ($B=4,5\dots5,0$), при оптимальном диапазоне 32–35%.

Уравнение, описывающее поверхность отклика и характер изменения коэффициента взрыва (B) от содержания семян тыквы в экструдированной смеси (X_1) и влажности пшеницы (X_3) можно представить в следующем виде:

$$B = 14,446 - 0,339X_1 - 0,673X_3 + 0,005X_1^2 + 0,018X_3^2 - 0,002X_1X_3 \quad (3)$$

По полученной зависимости (3) была построена поверхность отклика (рис. 3), анализ которой показывает высокую степень сходимости с предыдущими данными (см. рис. 2). Так, содержание семян тыквы в экструдированной смеси – X_1 совместно с X_3 – влажностью зерна пшеницы оказывает сильное влияние на коэффициент взрыва ($B=4,0\dots4,5$) в районе тех же 10-15%. При этом влажность пшеницы – X_3 имеет рациональное значение в диапазоне 13-15%.

Зависимость коэффициента взрыва (B) от влажности экструдированных семян тыквы (X_2) и влажности пшеницы (X_3) имеет следующий вид:

$$B = 9,251 - 0,094X_2 - 0,658X_3 + 0,003X_2^2 + 0,018X_3^2 - 0,003X_2X_3 \quad (4)$$

Список литературы

1. Милованова, Е. С. Разработка технологических решений по использованию продуктов переработки семян тыквы при производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Милованова Екатерина Станиславовна. – Краснодар, 2010. – 20 с.
2. Шешнищан, И. Н. Жирнокислотный состав масла семян тыквы тыквенных семян в производстве продуктов функционального назначения / И. Н. Шешнищан, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 103–106.
3. Шешнищан, И. Н. Применение экструдата тыквенных семян в производстве продуктов функционального

По полученной зависимости (4) была построена поверхность отклика (рис. 4).

Экстремум коэффициента оптимизации находится в диапазоне 3,5–4,0 при рассмотрении факторов влажности экструдированных семян тыквы – X_2 и влажности пшеницы – X_3 , причем из рисунка 4 видно, что оптимальной влажностью семян тыквы будет 32–35%, а оптимальной влажностью пшеницы 13–15%.

Результаты экспериментальных исследований показывают весьма важную в практическом плане закономерность: при одинаковой влажности семян тыквы и пшеницы и, тем более при влажности пшеницы большей, чем влажность семян тыквы, процесс экструдирования смеси ухудшается. При этом в экструдате встречаются частицы необработанной пшеницы. Поэтому в дальнейшем было принято решение для получения экструдатов с повышенным содержанием липидов в качестве наполнителя использовать пшеницу с влажностью 13...15%, при влажности семян тыквы 32–35%. Такие параметры экструдированного сырья позволяют получить приемлемое качество экструдата с высоким содержанием липидов (6,0–7,5%) при содержании в обрабатываемой смеси 20–25% семян тыквы. Коэффициент взрыва получаемого экструдата находится в пределах 3,4–3,6.

Выводы

Результаты исследований показывают, что с уменьшением доли семян тыквы в смеси до 20–25% индекс расширения экструдата возрастает до 3,4–3,6. При этом данный критерий качества полученного функционального композита существенно зависит от соотношения влажности экструдированных зерен пшеницы и семян тыквы, а также влажности экструдированной смеси в целом.

Для получения функционального композита из смеси зерна пшеницы и семян тыквы с приемлемым коэффициентом взрыва (3,0–3,2) в качестве наполнителя можно использовать пшеницу с влажностью 13–15% в количестве 75–80% к экструдированной массе. При этом влажность обрабатываемых семян тыквы необходимо поддерживать в пределах 32–35% с тем, чтобы обеспечить влажность экструдированной смеси в пределах 18–20%.

- назначения / И. Н. Шешнищан, Г. В. Шабурова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 06 (22) .– С. 96–100.
4. Патент 2162646 Российская Федерация, МПК7 А23Л1/30, А61К35/78. Биологически активная пищевая добавка / В. Г. Дорофейчук, Н. Б. Плетнева, А. Е. Груздева, № 98113868/13; заявл. 14.07.1998; опубл. 10.02.2001, Бюл. № 6. – 3 с.
 5. Курочкин, А. А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 70–74.
 6. Курочкин, А. А. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина// Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32) .– С. 90–96.
 7. 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.
 8. Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94–99.
 9. Шабурова, Г. В. Белковый комплекс экструдированного ячменя / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, В. В. Новиков, В. П. Чистяков // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 12–13.
 10. Курочкин, А. А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 12.
 11. Курочкин, А. А. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии в пивоварении / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков // Нива Поволжья. – 2007. – № 1. – С. 20–24.
 12. Шабурова, Г. В. Экструдированный ячмень как компонент функциональных пищевых продуктов / Г. В. Шабурова, Е. В. Петросова, Т. В. Шленская, А. А. Курочкин // Пищевая промышленность. – 2012. – № 10. – С. 44–45.
 13. Курочкин, А. А. Обоснование рациональных параметров шнека пресс-экструдера в зоне загрузки / А. А. Курочкин, В. В. Новиков// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10) .– С. 123–127.
 14. Шабурова, Г. В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №4. – С. 79-83.
 15. Курочкин, А. А. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков, С. В. Денисов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10) .– С. 46–55.
 16. Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 06 (22) .– С. 109–114.
 17. Курочкин, А. А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Нива Поволжья. – 2014. – № 30. – С. 70–76.
 18. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 14–20.
 19. Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакuumной обработки экструдата / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4 (01). – С. 17–21.
 20. Курочкин, А. А. Технология производства кормов на основе термо-вакуумной обработки отходов с/х производства/А. А. Курочкин, Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. –2014. – № 4 (01). С. 36–40.
 21. Фролов, Д. И. Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой/, Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина //Инновационная техника и технология. –2015. – № 1 (02). С. 29–34.

FUNCTIONAL COMPOSITE EXTRUDED MIXTURE OF WHEAT AND PUMPKIN SEEDS

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

The results of studies suggesting a significant effect of the ratio of the moisture content of the extruded wheat grains and pumpkin seeds, as well as the moisture content of the extruded mixture as a whole on the expansion index of extrudates.

Keywords: the extrudate, starchy raw materials, lipids, moisture, expansion coefficient, model.

References

1. Milovanova, E. S. Development of technological solutions for the use of products of processing of pumpkin seeds in the production of bakery products with increased nutritional value: author. dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.18.01 / Milovanova Yekaterina Stanislavovna. – Krasnodar, 2010. – 20 С.
2. Sheshnitcan, I. N. Fatty acid composition of oil of pumpkin seeds pumpkin seeds in the production of products of a functional purpose / I. N. Sheshnitcan, G. V. Shaburova // proceedings of the Samara state agricultural Academy. – 2012. – No. 4. – Pp. 103–106.
3. Sheshnitcan, I. N. The application of the extrudate pumpkin seeds in the production of products of a functional purpose / I. N. Sheshnitcan, G. V. Shaburova // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2014. – № 06 (22) . – P. 96–100.
4. Patent 2162646 Russian Federation, IPC 7 A23L1/30, A61K35/78. Biologically active food Supplement / V. G. Dorofeyuk, N. B. Pletnev, No. 98113868/13; Appl. 14.07.1998; publ. 10.02.2001, bull. No. 6. – 3.
5. Kurochkin, A. A. extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. C. Voronina // proceedings of the Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – S. 70–74.
6. Kurochkin, A. A. Improving the technological capacity of products / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina // Technique and technology of food production. – 2014. – № 1 (32) . – S. 90–96.
7. Kurochkin, A. A. Regulation of functional and technological properties of extrudates of vegetable raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina // proceedings of the Samara state agricultural Academy. – 2012. – No. 4. – P. 86–91.
8. Kurochkin, A. A. Regulation of the structure of extrudates starchy grain raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // Samara state agricultural Academy. – 2013. – No. 4. – P. 94–99.
9. Shaburova, G. V. Protein complex extruded barley / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, V. V. Novikov, V. P. Chistyakov // Beer and drinks. – 2007. – No. 3. – Pp. 12–13.
10. Kurochkin, A. A. Amino acid composition of extruded barley / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Beer and drinks. – 2008. – No. 4. – S. 12.
11. Kurochkin, A. A. Theoretical and practical aspects of extrusion technology in brewing / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov // Niva Povolzhya. – 2007. – No. 1. – S. 20–24.
12. Shaburova, G. V. Extruded barley as a component of functional foods / G. V. Shaburova, O. V. petrosova, T. V. Shlensky, A. A. Kurochkin // Food industry. – 2012. – No. 10. – Pp. 44–45.
13. Kurochkin, A. A. Substantiation of rational parameters of the screw press-extruder / A. A. Kurochkin, V. V. Novikov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2013. – № 06 (10) . – P. 123–127.
14. Shaburova, G. V. prospects of using extruded buckwheat in brewing and bread baking / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Samara state agricultural Academy. – 2014. – №4. – P.79-83.
15. Kurochkin, A. A. Methodological aspects of theoretical research press extruders for processing starchy vegetable raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov, S. V. Denisov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2013. – № 06 (10) . – P. 46–55.
16. Kurochkin, A. A. production of extrudates starchy grain material with a predetermined porosity / / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2014. – № 06 (22) . – P. 109–114.
17. Kurochkin, A. A. Modeling of the process of extrudates based on new technological solutions / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // Niva Povolzhya. – 2014. – No. 30. – S. 30–35.
18. Kurochkin, A. A. Theoretical justification for the thermal vacuum effect in the workflow of the upgraded extruder / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // proceedings of the Samara state agricultural Academy. – 2015. – No. 3. – S. 14–20.
19. Kurochkin, A. A. a Systematic approach to the development of thermal vacuum extruder for processing of the extrudate / A. Kurochkin // Innovative machinery and technology. – 2014. – No. 4. – S. 17–21.
20. Kurochkin, A. A. the Technology of production of feed based on the thermo-vacuum treatment of waste/ agricultural production / A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Innovative mashinery and technology. -2014. – № 4 (01). P.36-40.
21. Frolov, D. I. Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in the extruder with vacuum camera / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. C. Voronina // Innovative mashinery and technology. -2015. – № 1 (02). P. 29-34.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, ОКАЗЫВАЮЩИХ БЛАГОТВОРНОЕ ВЛИЯНИЕ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ

Д. И. Фролов

На основе литературных источников было выбрано сырье включаемое в состав функциональных продуктов питания, которое оказывает благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему. Построены математические модели оптимального компонентного состава исходного сырья - черники, малины, вишни, содержащие биологически активные вещества - функциональные компоненты в сырье - антоцианы, полифенолы с антиоксидантной активностью. Эксперимент был осуществлен с использованием симплекс-решетчатых планов (второго порядка) для трехкомпонентной системы (черника, малина, вишня), содержащей антоцианы, полифенольные вещества с антиоксидантной активностью. Модели использовались для получения функциональных продуктов питания, содержащих перечисленные биологически активные вещества с антиоксидантной активностью. После применения соответствующего технологического процесса, функциональные свойства ягод были сохранены.

Ключевые слова: функциональные продукты питания, антоцианы, полифенольные вещества, антиоксидантная активность.

Введение

Существуют многочисленные исследования сырья природных источников биологически активных веществ, которые напрямую или как экстракты в различных комбинациях дают возможность создавать функциональные продукты питания. Хорошо выбранная и примененная технология является предпосылкой для получения функциональных продуктов, которые оказывают благотворное влияние на здоровье человека. Черника, малина и вишня богаты существенными питательными веществами и вторичными метаболитами (полифенолы и флавоноиды), которые оказывают антиоксидантное, противовоспалительное, противоопухолевое действие [1]. Они оказывают благотворное воздействие на сердечно-сосудистую систему, кости и иммунную систему, предотвращают опухолевые патогенные изменения в организме человека [2].

Черника оказывает положительный эффект на здоровье человека и профилактику заболеваний. Ее защитный эффект обычно приписывается полифенольным веществам – антоцианам, флаван-3-олам, флавонолам и проантоцианидинам, которые определяют их высокий антиоксидантный эффект [3].

Антиокислительный эффект антоцианов и благоприятное воздействие на здоровье человека коррелируются с их содержанием. Комбинации антоцианов демонстрируют более высокую активность свободных радикалов по сравнению с очищенными пигментами в том же количестве.

Потребление фруктов и овощей увеличивает поступление полифенольных веществ и других антоцианов, что приводит к предотвращению

возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [4]. Функциональные продукты – специальные пищевые продукты, предназначенные для систематического употребления, которые могут потребляться как часть сбалансированного питания на регулярной основе для достижения потенциальных преимуществ для здоровья. В качестве примера комплексных немодифицированных продуктов являются фрукты и овощи – простейшая форма функциональных продуктов питания. Новое в функциональных продуктах питания, в основном в том, каким образом необходимые питательные вещества с полезным эффектом включены во вкусную и здоровую пищу. Следовательно, каждое питательное вещество с доказанным качеством может быть включено в пищевых продуктах, но оно должно сохранять свои функциональные свойства.

Целью работы являлась разработка математических моделей для оптимального компонентного состава функциональных продуктов питания на основе содержащих антоцианы и полифенольные вещества, и имеющих антиоксидантную активность – черники, малины и вишни с использованием традиционного и нетрадиционного, обогащенного биологически активными веществами сырья.

Объекты и методы исследований

Традиционное и нетрадиционное сырье: черника, малина и вишня, богатые биологически активными веществами: антоцианами, полифенольными веществами и высоким уровнем антиоксидантной активности были использованы при разработке математической модели для нахождения оптимального компонентного состава функциональных пи-

Таблица 1 – Содержание биологически активных веществ в сырье

Сырье	Биологически активные вещества		
	Антоцианы, мкг/г	Полифенолы, мкг/г	Антиоксидантная активность, мкмоль/г
Вишня (X1)	2131,8	8718,1	58,6
Малина (X2)	1469,5	4751,4	38,9
Черника (X3)	2641,7	9094,7	96

Таблица 2 – Симплекс-решетчатый план второго порядка

№	X1	X2	X3
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0,5	0,5	0
5	0,5	0	0,5
6	0	0,5	0,5
7	0,33	0,33	0,33
8	0,25	0,5	0,25
9	0,5	0,25	0,25
10	0,25	0,25	0,5
11	0,5	0,5	0

щевых продуктов с высокой биологической ценностью (Таблица 1).

Поверхность коэффициента отклика в треугольной системе координат строится на основе математической модели. Значения факторов нанесены на стороны равностороннего треугольника с равномерной шкалой от 0 до 1. Содержание антоцианов, общего количества полифенольных веществ и антиоксидантная активность задаются факторами X1, X2 и X3 соответственно и могут быть определены для каждой точки в треугольнике, который соответствует указанному составу смеси.

Эксперимент был осуществлен с использованием симплекс-решетчатых планов (второго порядка) для трехкомпонентной системы – X1, X2, X3, и представлен в таблице 2.

Целевыми функциями для оптимизации являлись данные содержания антоцианов, полифенольных веществ, и антиоксидантная активность черники, малины и вишни.

Планирование эксперимента осуществлялось в системе STATISTICA с применением алгоритма для нахождения вершин и центроидов для областей и смесей, на которые наложены линейные ограничения.

Результаты и их обсуждение

Используя симплекс-метод и связанные с моделированием и оптимизацией процедуры, получены математические модели компонентов concentra-

ции в смеси - антоцианов, полифенольных веществ, и антиоксидантной активности:

Модель описывающая содержание антоцианов:

$$AN = 2131.8X1 + 1469.5X2 + 2641.7X3, \text{ мкг/г} \quad (1)$$

Модель описывающая содержание полифенольных веществ:

$$P = 8718.1X1 + 4751.4X2 + 9094.7X3, \text{ мкг/г} \quad (2)$$

Модель описывающая антиоксидантную активность:

$$AA = 58.6X1 + 38.9X2 + 96.0X3 \quad (3)$$

Полученные уравнения описывают точность изменения концентрации зависимых переменных при $p < 0,05$, $P > 0,9$.

Поверхности коэффициента отклика содержания антоцианов, полифенольных веществ, и антиоксидантной активности в компоненте смеси показаны на рисунках 1, 2 и 3 соответственно.

На основе таблицы 1 можно сделать вывод, что высокое содержание антоцианов - более 2000, полифенольных веществ - более 7000 и высокий уровень антиоксидантной активности - более 60 наблюдается тогда, когда в тройной композиции доминирует составляющая X3 (черника).

Таблица 3 – Оптимизированный состав функциональных пищевых продуктов питания

№	Вишня (X1)	Малина (X2)	Черника (X3)	Антоцианы, мкг/г (AN)	Полифенолы, мкг/г (P)	Антиоксидантная активность, мкмоль/г (AA)
1	100	50	850	2532,1	8839,8	89,4
2	700	50	250	2226,1	8613,9	66,9
3	100	250	650	2297,6	7971,2	77,9
4	700	250	50	1991,7	7745,2	55,5
5	400	150	450	2261,9	8292,5	72,4

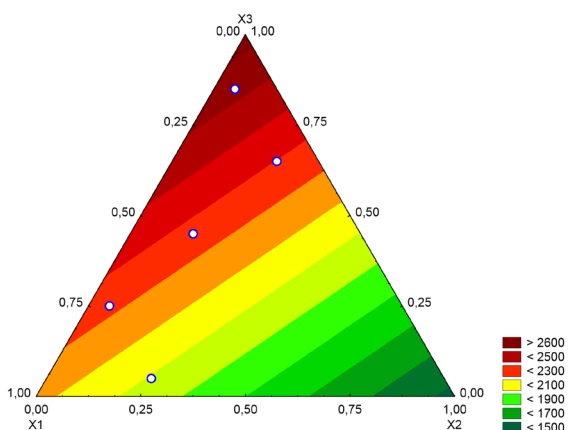


Рис. 1. Поверхность отклика содержания антоцианов в смеси компонент

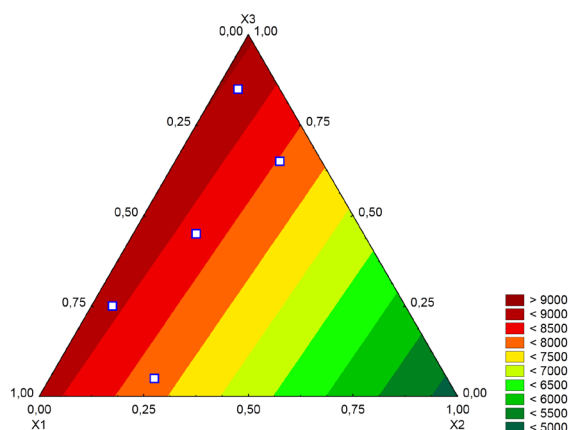


Рис. 2. Поверхность отклика содержания полифенолов в смеси компонент

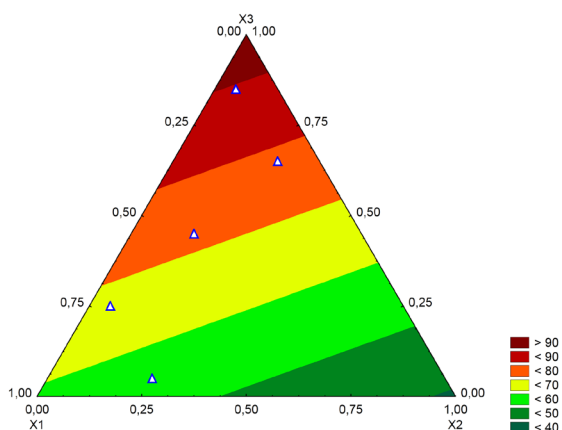


Рис. 3. Поверхность отклика антиоксидантной активности смеси компонент

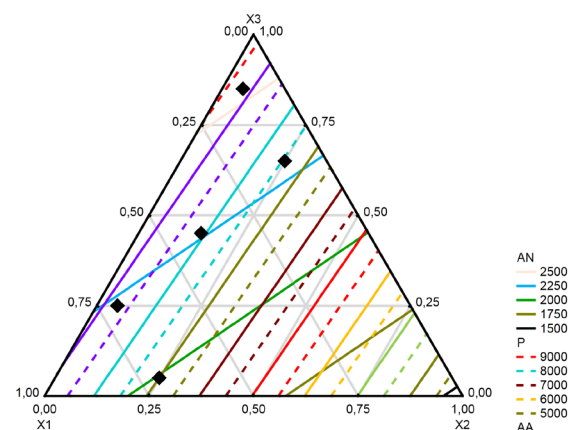


Рис. 4. Тернарный график состава смеси компонент с оптимизированным содержанием антоцианов, полифенолов и антиоксидантной активностью

Для оптимизации тройных смесей, полученных из сырья - черники, малины и вишни принимаются следующие граничные условия:

$$\begin{aligned} AN &> 2000 \text{ мкг/г} \\ P &> 7000 \text{ мкг/г} \\ AA &> 60 \text{ мкмоль/г} \end{aligned}$$

Для нахождения вершин и центроидов для областей и смесей, на которые наложены линейные ограничения воспользуемся программой STATISTICA. В качестве начальных ограничений примем содержание компонент на 1 кг смеси:

$$\begin{aligned} \text{вишни } 100 < X1 < 700 \text{ (г/кг)} \\ \text{малины } 50 < X2 < 250 \text{ (г/кг)} \\ \text{черники } 50 < X3 < 850 \text{ (г/кг)} \end{aligned}$$

В качестве дополнительных линейных ограничений применим граничные условия для оптимизации тройных смесей.

Полученная область вершин и центроида (Рис. 4) принята за оптимальную, в которой содержание антоцианов, полифенольных веществ, и антиоксидантная активность в диапазоне от 2400 до 2600 мкг/г, от 8000 до 9000 мкг/г и от 70 до 95 мкмоль/г соответственно. Каждая точка этой области соответствует соответствующей компонентного состава, чьи значения для антоцианов, полифенольных веществ, и антиоксидантной активности оптимизированы.

На основании математических моделей составлены функциональные продукты питания и напитки с исходным составом сырья - вишня, малина, черника и в них оптимизирован состав антоцианов, полифенольных веществ, и антиоксидантная активность. (Таблица 3).

Список литературы

1. Wei Zheng, and Shiow Y. Wang. Oxygen Radical Absorbing Capacity of Phenolics in Blueberries, Cranberries, Chokeberries, and Lingonberries. *J. Agric. Food Chem.*, 51 (2), 2003, p. 502–509.
2. Seeram, N.P. Berry fruits: Compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *J. Agric. Food Chem.* 56. – 2008, p. 627–629.
3. Zafra-Stone S., Yasmin T., Bagchi M., Chatterjee A., Vinson J.A., Bagchi D. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. *Mol. Nutr. Food Res.* 51, 2007. – p. 675–83.
4. Booth, G.L., K. Fung, M.K. Kapral and J.V. Tu. Recent trends in cardiovascular complications among men and women with and without diabetes, *Diabetes Care*, 29. 2006. – p. 32–7.

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF FUNCTIONAL FOODS WITH BENEFICIAL EFFECT ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

D. I. Frolov

On the basis of literary sources was selected raw materials included in the composition of functional foods, which has a beneficial effect on the cardiovascular system. Built mathematical models of the optimal component composition of raw materials - blueberries, raspberries, cherries, containing biologically active substances and functional components in raw materials - anthocyanins, polyphenols with antioxidant activity. The experiment was carried out using the simplex lattice plans (second order) for the ternary system (blueberry, raspberry, cherry), containing anthocyanins, polyphenolic substances with antioxidant activity. The model was used to obtain a functional food containing the biologically active substances with antioxidant activity. After the application of appropriate technological process, the functional properties of the berries were stored.

Keywords: functional foods, anthocyanins, polyphenolic substances, antioxidant activity.

References

1. Wei Zheng, and Shiow Y. Wang. Oxygen Radical Absorbing Capacity of Phenolics in Blueberries, Cranberries, Chokeberries, and Lingonberries. *J. Agric. Food Chem.*, 51 (2), 2003, p. 502–509.
2. Seeram, N.P. Berry fruits: Compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *J. Agric. Food Chem.* 56. – 2008, p. 627–629.
3. Zafra-Stone S., Yasmin T., Bagchi M., Chatterjee A., Vinson J.A., Bagchi D. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. *Mol. Nutr. Food Res.* 51, 2007. – p. 675–83.
4. Booth, G.L., K. Fung, M.K. Kapral and J.V. Tu. Recent trends in cardiovascular complications among men and women with and without diabetes, *Diabetes Care*, 29. 2006. – p. 32–7.

ЭКСТРУДАТ ПРОСА КАК СЫРЬЕ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПИВА

П. К. Воронина

В работе приведены результаты модифицированного химического состава и функционально-технологических свойств экструдированного зерна проса.

Ключевые слова: просо, экструзионная обработка, химический состав, пивоварение.

Введение

Одним из основных направлений развития пищевой и других отраслей промышленности является поиск новых методов обработки сельскохозяйственного сырья, обеспечивающих расширение ассортимента вырабатываемой продукции, повышение ее качества и интенсификацию традиционных технологических процессов [1].

По многочисленным работам наблюдается, что особое внимание исследователей привлекает термопластическая экструзия, способствующая изменению структуры таких биополимеров, как белок и крахмал. Экструзионная обработка крахмала и крахмалсодержащего сырья позволяет получать продукты питания, полностью готовые к употреблению (закусочные продукты, сухие завтраки, хлопья и т.д.), продукты быстрого приготовления [2, 3, 4].

Экструдат проса является очень хорошим источником добавок альфа-линоленовой кислоты. Для экструдата проса характерно высокое содержание эссенциальных жирных кислот, таких как линоленовая – 2,1 %, линолевая – 63,846 %, олеиновая – 21,856 %.

В процессе экструзионной обработки белки, наряду с крахмалом, являются наименее устойчивыми компонентами растительного сырья.

В результате ранее проведенных исследований были получены данные о трансформации белка проса, подвергнутого экструзионной обработке, которые подтверждают возможность эффективного использования несоложенного зернового сырья при производстве пивного суслу.

Целью данного исследования является разработка технологии производства пива с применением экструдата проса.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали нативное и экструдированное зерно проса, полученное по специальной технологии, готовое пиво.

При проведении исследований применяли общепринятые методы сбора, сравнительного анализа и систематизации научной информации, лабораторного анализа объектов стандартными физико-химическими методами, сенсорного анализа – общепринятыми методами.

Таблица 1 – Химический состав зерновых экструдатов

Наименование показателя	Продукты экструдирования		
	нативное зерно проса	экструдат пшеницы	экструдат проса
Массовая доля влаги	9,5	9,7	8,6
Массовая доля протеина	11,2	10,7	13,0
Массовая доля клетчатки	8,1	2,7	8,1
Массовая доля липидов	3,9	2,1	3,9
Сумма жирных кислот	3,4	0,78	3,28
Насыщенные жирные кислоты <i>НЖК</i>	0,32	0,13	0,34
Мононенасыщенные жирные кислоты <i>МНЖК</i>	0,7	0,11	0,65
Полиненасыщенные жирные кислоты <i>ПНЖК</i>	2,11	1,12	2,11
Моно-и дисахариды	2,7	1,9	2,8
Крахмал	56,6	55,0	54,2

Для обоснования возможности применения экструдированного зерна проса в пивоварении исследован химический состав нативного и экструдированного зерна проса.

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ химического состава нативного зерна проса, экструдата проса и экструдата пшеницы свидетельствует о различиях по содержанию их основных компонентов (табл. 1).

Установлено, что экструдированные зерновые полуфабрикаты отличаются низкой влажностью, хорошей сыпучестью, имеют вкус и запах, характерный для зернового сырья. Экструдат проса в сравнении с экструдатом пшеницы содержит больше протеина, больше свободных сахаров, на 70 % больше клетчатки, которая, к тому же, не травмирует кишечник, в отличие от пшеничной.

Экструдат проса характеризуется большим содержанием кальция и железа, витаминов группы В.

Установлено, что экструзионная обработка способствует модификации углеводного комплекса

экструдата проса с образованием большого количества экстрактивных веществ, преимущественно низкомолекулярных декстринов.

При проведении исследования было отмечено снижение содержания крахмала, но повышение таких продуктов его гидролиза, как декстринов и свободных сахаров.

Это обстоятельство можно объяснить эффективным воздействием экструзионной обработки на разрушение клеточных стенок крахмала. В результате интенсифицируется выход экстрактивных веществ экструдата в процессе затирования совместно с измельченным солодом.

Выводы

Проведенные исследования показали что экструдат проса с успехом может быть использован в качестве комплексного источника пищевых волокон, минеральных веществ и других полезных компонентов при производстве пива

Список литературы

1. Краус, С.В. Совершенствование технологии экструзионной переработки крахмалсодержащего зернового сырья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01/Краус Сергей Викторович. – М., 2004. – 54 с.
2. Шабурова, Г.В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении/ Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. – № 4. – С. 79–83.
3. Остриков А.Н. Экструзионная технология пищевых текстуратов/А.Н. Остриков, М.А. Глухов, А.С. Рудометкин, Е.Г. Окулич-Казарин//Пищевая промышленность. – 2007. – № 9. – 18–20.
4. Рудась, П.Г. Использование экструзии для получения продукта с заданными свойствами // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов / Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти. Кемерово. – 2007. – Вып. 12. – С. 112–114.

THE EXTRUDED PRODUCT OF MILLET AS RAW MATERIALS OF NEW GENERATION TO ENRICH BEER

P. K. Voronina

The results of the modified chemical composition and functional and technological properties of extruded grains of millet.

Keywords: millet, extrusion processing, chemical composition, brewing.

References

1. Kraus, S. V. Improvement of extrusion technology for processing starchy grain raw materials: author. dis. ... d-ra tekhn. Sciences: 05.18.01/Kraus Sergey Viktorovich. – M., 2004. – 54 p.
2. Shaburova, G. V. prospects of using extruded buckwheat in brewing and bread baking/G. V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D. I. Frolov//proceedings of the Samara state agricultural Academy, 2014. – No. 4. – P.79–83.
3. Ostrikov A. N. Extrusion technology food textured protein production/A. N. Ostrikov, M.A. Glukhova, A. S. Rudometkin, E. G. Okulich-Kazarin//Food production. – 2007. – № 9. – 18–20.
4. Rudas, P. G. the Use of extrusion to obtain a product with desired properties // food and rational use of natural resources / Kemer. Indus. inst. of food. industry. Kemerovo. – 2007. – Vol. 12. – Pp. 112–114.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 664.769

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Д. И. Фролов, А. А. Курочкин

В работе представлены данные, свидетельствующие о существенном влиянии длины частиц экструдата, выходящего из фильеры матрицы машины, на интенсивность их охлаждения.

Ключевые слова: растительное сырье, экструдат, температура, охлаждение, фильера матрицы.

Введение

Известно, что основные компоненты различных видов растительного сырья, подвергаемого экструзионной обработке (углеводы, белки, липиды, пищевые волокна, витамины), имеют различную оптимальную температуру, необходимую для протекания полных и качественных физико-химических изменений. Поэтому эффективность получения таких экструдатов в определенной степени зависит от характера изменения температуры, при котором основные компоненты сырья подвергались бы, с одной стороны, наиболее полной гидротермической обработке, а с другой – обеспечивалось бы щадящее температурное воздействие, предотвращающее их нежелательные изменения [1, 2, 3, 4].

В общем случае степень трансформации (в том числе и нежелательной) наиболее важных составляющих растительного сырья в процессе экструзии зависит от подводимой к нему в процессе переработки термической и механической энергии. При этом количество, а также соотношение этих видов энергии влияет практически на все значимые показатели получаемого продукта. Например, повышенная доза термического воздействия на экструдированное сырье может привести к денатурации белков, деструкции витаминов, а также к повышенному окислению липидов.

С другой стороны, нежелательные изменения витаминов и липидов зависят не только от длительности термического воздействия на сырье, но и времени охлаждения его до рациональной с точки зрения сохранности данного компонента температуры [5, 6, 7, 8, 9, 11, 12].

Целью работы являлось выявление значимости отдельных факторов, влияющих на интенсивность охлаждения экструдата при его выходе из фильеры матрицы экструдера.

Объекты и методы исследований

Точное время охлаждения экструдата при выходе его из фильеры матрицы экструдера вычислить достаточно сложно. Однако для предварительной оценки влияния данного фактора на процесс экструзии можно воспользоваться упрощенной формой записи закона Ньютона, согласно которому скорость охлаждения тела в воздушной среде прямо пропорциональна превышению температуры тела над температурой окружающей среды [13]. Эта зависимость может быть представлена выражением

$$\frac{dQ}{dt} = \alpha \cdot S \cdot (T_S - T), \quad (1)$$

где Q – количество теплоты;

α – коэффициент теплопередачи, зависящий от геометрии охлаждаемого экструдата, состояния его поверхности, режима теплопередачи и других факторов;

S – площадь поверхности охлаждаемого экструдата;

T – температура охлаждаемого экструдата;

T_S – температура окружающей среды.

Учитывая, что

$$Q = c \cdot T \quad (2)$$

где c – теплоемкость охлаждаемого экструдата.

Уравнение (1) можно записать как

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\alpha \cdot S}{c} \cdot (T_S - T) = k \cdot (T_S - T), \quad (3)$$

где $k = \frac{\alpha \cdot S}{c}$ – коэффициент теплопроводности охлаждаемого экструдата.

Решение уравнения (3) имеет вид

$$T(t) = T_S + (T_0 - T_S) \cdot e^{-kt}, \quad (4)$$

где T_0 – начальная температура охлаждаемого экструдата.

Уравнение (4) показывает, что температура охлаждаемого экструдата в условиях атмосферного давления уменьшается экспоненциально, приближаясь к температуре окружающей среды. При этом скорость охлаждения экструдата будет зависеть от его коэффициента теплопроводности и по мере возрастания данного показателя (например, вследствие увеличения площади поверхности охлаждаемого продукта), экструдат будет охлаждаться быстрее. В связи с тем, что коэффициент теплопередачи, от которого зависит коэффициент теплопроводности охлаждаемого экструдата, практически невозможно измерить экспериментально, в теоретических исследованиях, посвященных данному вопросу, предлагается определять его косвенно на основании измерения температуры экструдата в зависимости от времени охлаждения. С этой точки зрения, в практическом плане весьма удобно анализировать изменение коэффициента теплопроводности охлаждаемого экструдата в зависимости от площади его поверхности или более конкретно – от длины частиц экструдата на выходе из фильеры матрицы экструдера.

Результаты и их обсуждение

Приведенные выше аргументы позволяют утверждать, что наиболее простым технологическим приемом, связанным с решением задачи повышения интенсивности охлаждения экструдата при его выходе из фильеры матрицы экструдера, является разрезание получаемого жгута (стренга) на частицы размером 0,001–0,005 м.

Этот, достаточно очевидный вывод, подтверждается целым рядом работ [7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16], а также может быть проиллюстрирован графиками, приведенными на рис. 1–4.

Аппроксимация полученных данных и подгонка функции обратной пропорциональности выполнена в программе Statistica 10.

Для нахождения зависимости, наиболее близкой к экспериментальным данным, было реализовано нелинейное оценивание, а в качестве методологической основы – метод наименьших квадратов, позволяющий минимизировать суммы квадратов отклонений наблюдаемых значений зависимой переменной от значений, предсказанных моделью.

Для подгонки использовали пользовательскую функцию обратной пропорциональности:

$$Y = b1 + \frac{b2}{x} \quad (5)$$

где $b1$, $b2$ – константы.

На рис. 1 приведены графические зависимости площади поверхности экструдата от размеров его

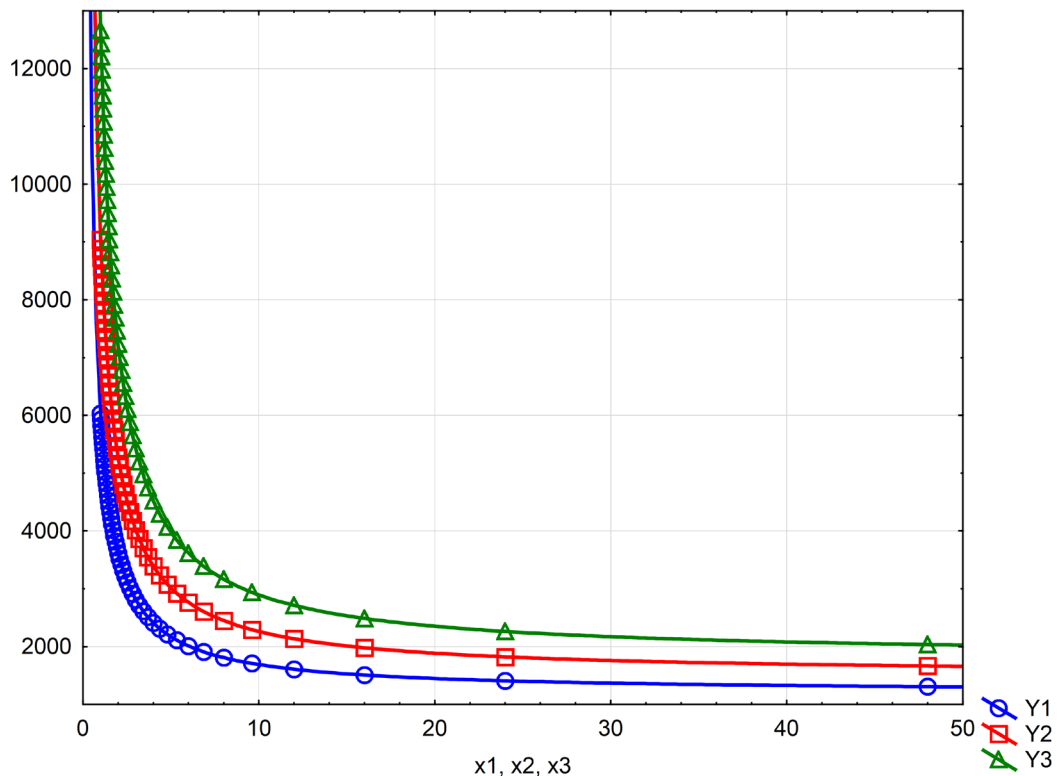


Рис. 1. Зависимость площади поверхности экструдата (Y1, Y2, Y3) от размеров его частиц (x1, x2, x3) для диаметров отверстия фильеры матрицы равных 8, 10 и 12 мм

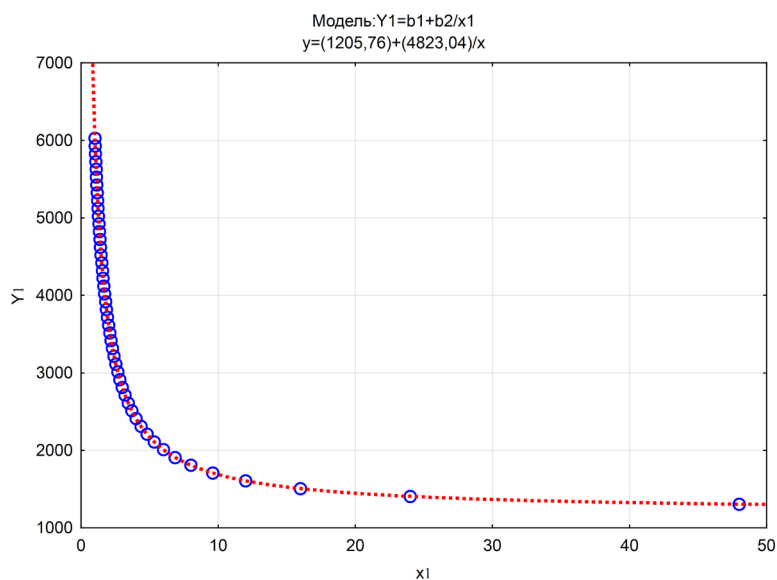


Рис. 2. Аппроксимация экспериментальных данных и подгонка функции обратной пропорциональности для диаметра отверстия фильеры 8 мм

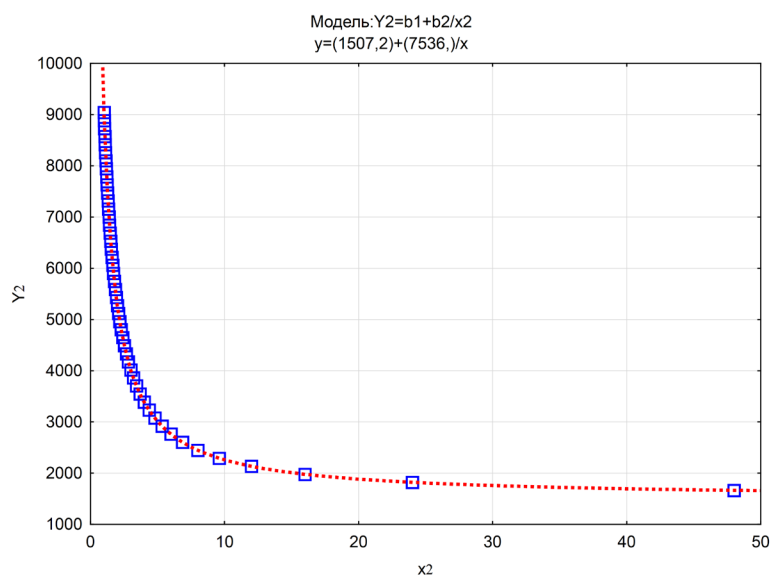


Рис. 3. Аппроксимация экспериментальных данных и подгонка функции обратной пропорциональности для диаметра отверстия фильеры 10 мм

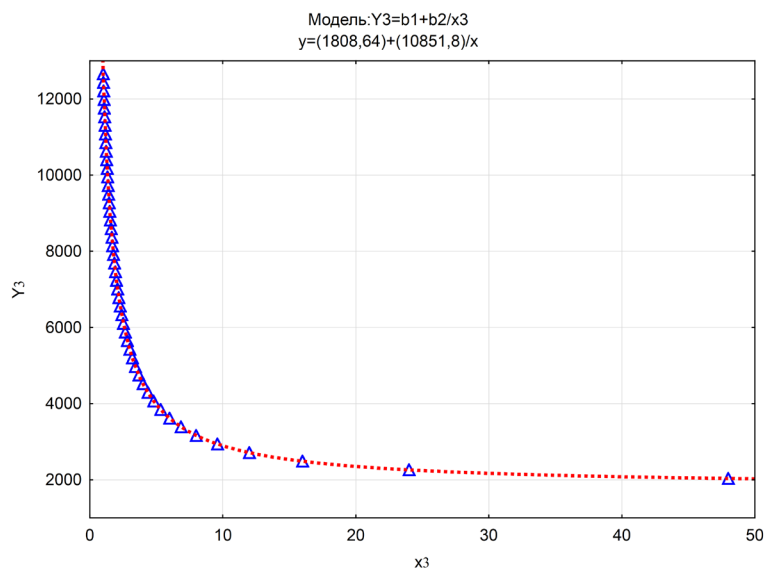


Рис. 4. Аппроксимация экспериментальных данных и подгонка функции обратной пропорциональности для диаметра отверстия фильеры 12 мм

частиц, полученных для различных диаметров отверстия фильеры матрицы экструдера (коэффициент взрыва условно принят равным 1).

Степень близости аппроксимации экспериментальных данных выбранной функции оценивалась коэффициентом корреляции. Для всех уравнений данный коэффициент получился равным 1, что свидетельствует о тесной связи между переменными (по шкале Чеддока), а корреляционная связь перерастает в функциональную.

Для диаметра отверстия фильеры матрицы экструдера, равной 8 мм, графическая зависимость между размерами частиц экструдата и площадью его поверхности приведена на рис. 2, а уравнение имеет вид:

$$Y1=1205,76+\frac{4823,04}{x1} \quad (6)$$

Для диаметра отверстия фильеры, равной 10 мм данная зависимость представлена на рис. 3 и характеризуется уравнением:

$$Y2=1507,2+\frac{7536}{x2} \quad (7)$$

Соответственно для диаметра отверстия фильеры 12 мм зависимость между размерами частиц экструдата и площадью его поверхности приведена на рис. 4, и в аналитическом виде может быть представлена в виде следующего уравнения:

$$Y3=1808,64+\frac{10851,8}{x3} \quad (8)$$

Выводы

Анализ полученных результатов показывает, что уменьшение длины экструдата, например, диаметром 8 мм с 48 до 2 мм, приводит к увеличению его площади поверхности с 1306 до 2617 мм² или примерно в 2,8 раза. Для экструдатов, полученных с помощью фильер диаметром 10 и 12 мм, площади поверхности возрастают соответственно в 3,2 и 3,6 раза.

Таким образом, на интенсивность снижения температуры получаемого экструдата существенное влияние оказывает длина его частиц. При этом с увеличением диаметра отверстия фильеры матрицы экструдера роль этого фактора возрастает.

Список литературы

1. Шабурова, Г.В. Белковый комплекс экструдированного ячменя / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, В.В. Новиков, В.П. Чистяков // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 12–13.
2. Курочкин, А.А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 12.
3. Шабурова, Г.В. Экструдированный ячмень как компонент функциональных пищевых продуктов / Г.В. Шабурова, Е.В. Петросова, Т.В. Шленская, А.А. Курочкин // Пищевая промышленность. – 2012. – № 10. – С. 44–45.
4. Курочкин, А.А. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии в пивоварении / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.В. Новиков // Нива Поволжья. – 2007. – № 1. – С. 20–24.
5. 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.
6. Курочкин, А.А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсо-держашего зернового сырья / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94–99.
7. Курочкин, А.А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Нива Поволжья. – 2014. – № 30. – С. 70–76.
8. Курочкин, А.А. Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 70–74.
9. Курочкин, А.А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 06 (22). – С. 109–114.
10. Шабурова, Г.В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 79–83.
11. Курочкин, А.А. Обоснование рациональных параметров шнека пресс-экструдера в зоне загрузки / А.А. Курочкин, В.В. Новиков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10). – С. 123–127.
12. Курочкин, А.А. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для

- обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков, С. В. Денисов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10). – С. 46–55.
13. Павлушин, А. А. Механико-технологическое обоснование и разработка энергосберегающих средств механизации тепловой обработки зерна: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Павлушин Андрей Александрович. Ульяновск, 2015. – 42 с.
 14. Патент 2317891 Российская Федерация МПК В29С47/12, В29В9/06, А23Р1/02. Формующая головка экструдера / А.Н. Остриков, В.В. Василенко, № 2006122133; заявл. 20.06.2006; опубл. 27.02.2008, Бюл. № 6. – 8 с.
 15. Курочкин, А. А. Технология производства кормов на основе термо-вакуумной обработки отходов с/х производства / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4 (01). С. 36–40.
 16. Фролов, Д. И. Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1 (02). С. 29–34.

TO THE QUESTION OF IMPROVEMENT OF EXTRUSION TECHNOLOGIES

D. I. Frolov, A. A. Kurochkin

The paper presents data suggesting a significant influence of the length of the particles of the extrudate emerging from the die matrix machine, the intensity of cooling.

Keywords: plant material, extrudate, the temperature of the cooling plate of the matrix.

References

1. Shaburova, G. V. Protein complex extruded barley / G. V. Sha-burova, A. A. Kurochkin, V. V. Novikov, V. P. Chistyakov // Beer and drinks. – 2007. – No. 3. – Pp. 12–13.
2. Kurochkin, A. A. Amino acid composition of extruded barley / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Beer and drinks. – 2008. – No. 4. – S. 12.
3. Shaburova, G. V. Extruded barley as a component of functional foods / G. V. Shaburova, O. V. petrosova, T. V. Shlensky, A. A. Kurochkin // Food industry. – 2012. – No. 10. – Pp. 44–45.
4. Kurochkin, A. A. Theoretical and practical aspects of extrusion technology in brewing / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov // Niva Povolzhya. – 2007. – No. 1. – S. 20–24.
5. Kurochkin, A. A. Regulation of functional and technological properties of extrudates of vegetable raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina // proceedings of the Samara state agricultural Academy. – 2012. – No. 4. – P. 86–91.
6. Kurochkin, A. A. Regulation of the structure of the extrudates krahmala-holding grain raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. C. Voronina // proceedings of the Samara state agricultural Academy. – 2013. – No. 4. – P. 94–99.
7. Kurochkin, A. A. Modeling of the process of obtaining extrudates based on new technological solutions / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // Niva Povolzhya. – 2014. – No. 30. – P. 70–76.
8. Kurochkin, A. A. extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov, P. K. Voronina // proceedings of the Samara state agricultural Academy. – 2014. – No. 4. – S. 70–74.
9. Kurochkin, A. A. Obtaining extrudates starchy grain material with a predetermined porosity / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2014. – № 06 (22). – P. 109–114.
10. Shaburova, G. V. prospects of using extruded buckwheat in brewing and bread baking / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // proceedings of the Samara state agricultural Academy. – 2014. – № 4. – P. 79–83.
11. Kurochkin, A. A. Substantiation of rational parameters of the screw press-extruder in the loading zone / A. A. Kurochkin, Vladimir Novikov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2013. – № 06 (10). – P. 123–127.
12. Kurochkin, A. A. Methodological aspects of theoretical research press extruders for processing starchy vegetable raw materials / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. V. Novikov, S. V. Denisov // XXI century: the past and challenges of the present plus. – 2013. – № 06 (10). – P. 46–55.
13. Pavlushin, A. A. Mechanical and technological substantiation and development of energy-saving mechanization

- heat treatment grain: author. dis. ... doctor. tech. Sciences: 05.20.01 / Pavlishin Andrei. Ulyanovsk, 2015.– 42 p.
14. Patent 2317891 Russian Federation IPC B29C47/12, B29B9/06, A23P1/02. Die head of the extruder /A. N. Ostrikov, V.V. Vasilenko, No. 2006122133; Appl. 20.06.2006; publ. 27.02.2008, bull. No. 6.– 8 S.
 15. Kurochkin, A. A. the Technology of production of feed based on the thermo-vacuum treatment of waste/ agricultural production/A. A. Kurochkin, D.I. Frolov//Innovative mashinery and technology.–2014.– № 4 (01). P.36–40.
 16. Frolov, D.I. Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in the extruder with vacuum camera/ D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.C. Voronina //Innovative mashinery and technology.–2015.– № 1 (02). P. 29–34.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 633.11.324:631.521

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР В КОРТОКОРОТАЦИОННОМ ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ

И. Н. Зеленин, Г. В. Шабурова

Получены и проанализированы данные по влиянию сидератов на урожайность зерновых культур, возделываемых в короткоротационном зернопаровом севообороте в условиях выщелоченного чернозема лесостепи Среднего Поволжья. Оптимальный результат выявлен в вариантах с запахкой сидератов; наименьшая урожайность зерновых культур получена в опытах с заделкой сидератов лущением. Прибавка урожая пшеницы, ячменя и проса от полной дозы NPK в среднем за период исследований составила от 22 до 48%.

Ключевые слова: сидераты, севооборот, зерно, пшеница, ячмень, просо, урожайность.

Введение

Реализация основных положений Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации предусматривает стабильный рост урожайности основных зерновых культур, возделываемых в стране, с одновременным снижением материальных ресурсов и сохранностью плодородия почв.

Известно, что занятый пар, являясь первичным звеном технологии возделывания сельскохозяйственных культур, напрямую влияет на урожайность продукции последующих культур. При этом эффективность такого технологического решения можно значительно повысить в том случае, если применять для этих целей сидеральные смеси. Такие смеси, как правило, предпочтительнее одновидовых посевов в смысле устойчивости, урожайности и средообразующего влияния. В смесях усиливается синергетический эффект от влияния каждого из растений на мобилизацию элементов питания из труднодоступных соединений почвы и воздуха, улучшение фитосанитарной ситуации и подавление вредных патогенов. При запахивании бобово-капустной смеси существенно улучшается не только азотный, но и фосфорно-калийный режимы, почва обогащается кальцием и микроэлементами [1, 2, 3]. Кроме того, показано положительное воздействие возделываемых культур, внесения бактериальных удобрений в почву в сочетании с полным минеральным удобрением на развитие агрономически важных групп микроорганизмов [4].

В выполненной ранее нами работе были обоснованы соотношение компонентов и нормы высева бобово-капустных сидеральных смесей вики мохнатой с сурепицей озимой и вики посевной с

редькой масличной. Данные смеси обеспечивают собственную высокую продуктивность, улучшают агрохимические и агрофизические свойства выщелоченного чернозема и, как следствие, повышают продуктивность последующих культур при высокой энергетической эффективности применения такого способа выращивания растений [5].

В развитие этих исследований были выявлены и оценены различные факторы, влияющие на урожайность и качественные показатели зерна ячменя, пшеницы и других видов сельскохозяйственных культур [6, 7, 8, 9, 10].

Целью работы являлась оценка влияния сидератов и основных элементов технологии возделывания зерновых на их урожайность в короткоротационном зернопаровом севообороте в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Объекты и методы исследований

Влияние сидератов, способов их заделки и доз минеральных удобрений на продуктивность озимой пшеницы сорта Безенчукская 380, ярового ячменя сорта Лунь и проса сорта Саратовское 6, а также содержание питательных элементов в зерне этих культур, изучали в короткоротационном зернопаровом севообороте **сидеральный пар – озимая пшеница – ячмень – просо**.

Опытами предусмотрено изучение трех видов сидерального пара: подсевной (клевер красный луговой), промежуточный – озимая сидеральная смесь вики мохнатой с сурепицей озимой и основной – яровая сидеральная смесь вики посевной с редькой масличной.

Условия проведения опытов следующие. По-

чва опытного участка – выщелоченный чернозем с содержанием гумуса в пахотном слое 6,0%. Реакция почвенного раствора нейтральная, рН водной вытяжки – 6,4–6,7; степень насыщенности поглощающего комплекса основаниями – 83–89%. Содержание подвижного фосфора – 19,0 мг/100 г почвы и обменного калия – 125 мг/100 г почвы.

Применяемая в опытах технология возделывания культур была общепринятой для лесостепной зоны Среднего Поволжья. Количество вариантов в опыте составляло 27 при трёхкратной повторности. Размещение делянок – систематическое, одноярусное. Площади делянок первого, второго и третьего порядков равнялись соответственно 3360, 1120 и 120 м².

Сидераты заделывали тремя способами: запашка на глубину 24–26 см, дискование в два следа на глубину 10–15 см и лущение на глубину 8–10 см.

Исследования проводили на трех фонах минерального питания: N₀P₀K₀ (естественном), NPK (полная норма на запланированный урожай) и ½ NPK.

Результаты и их обсуждение

В связи с тем, что биомасса сидератов считается основной статьёй поступления органического вещества в короткороционном зернопаровом севообороте, а пожнивные остатки и корни зерновых культур вносят гораздо меньший вклад в восстановление почвенного плодородия, продуктивность сидеральных паров в среднем за три закладки опыта выглядит следующим образом (рис. 1).

Как видно из экспериментальных данных, яровая смесь сформировала самую большую общую биомассу – 10,69 т/га, незначительно уступил ей клевер (10,53 т/га), а озимая сидеральная смесь сформировала 9,37 т/га общей массы.

В отношении массы корней и пожнивных остатков лучшие данные имел клевер.

Анализ питательных веществ в сидеральной массе позволил выявить достаточно высокое содержание азота во всех сидератах (2,44–2,64%), что объясняется наличием в их составе бобового компонента. Лучшие результаты по содержанию

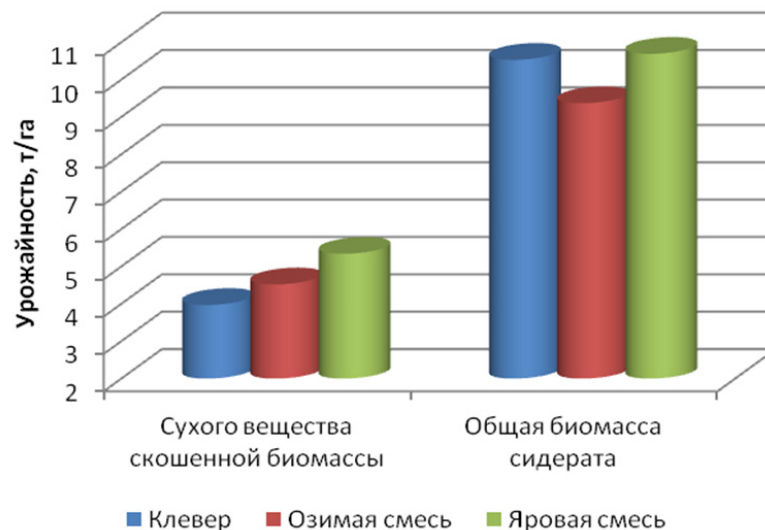


Рис. 1. Продуктивность сидеральных паров

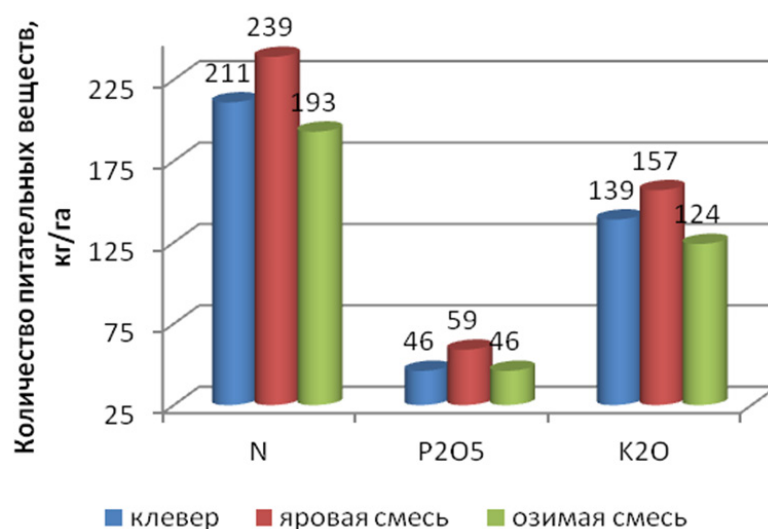


Рис. 2. Количество питательных веществ, поступающих в почву при заделке сидеральных культур и смесей

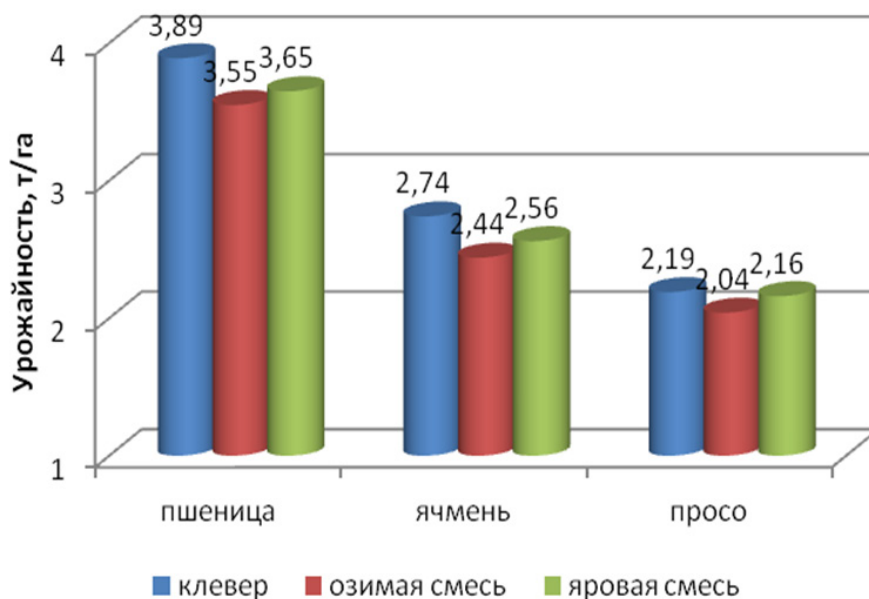


Рис. 3. Урожайность культур зернового клина в зависимости от вида сидерального пара

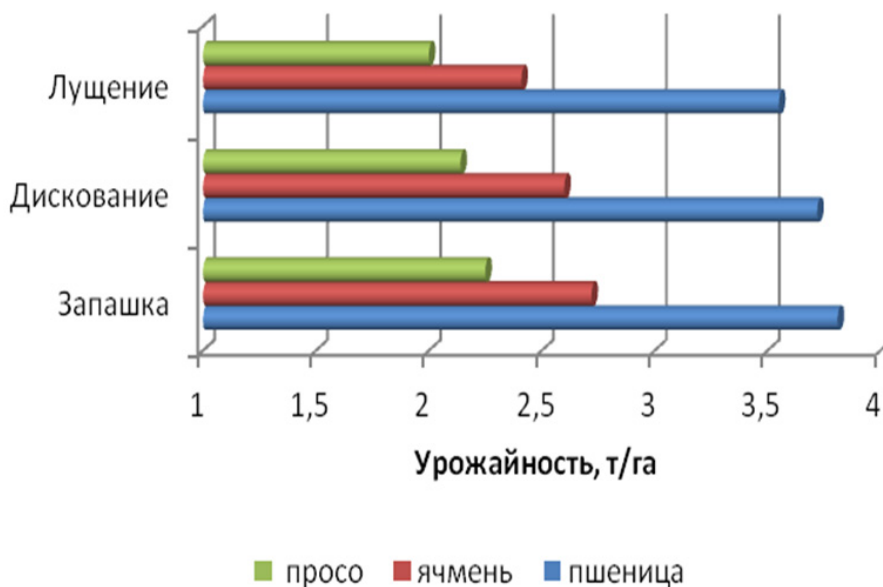


Рис. 4. Влияние способа заделки сидератов на урожайность зерновых в зернопаровом севообороте

валового азота были зафиксированы у яровой сидеральной смеси; для скашиваемой массы, пожнивных остатков и корней они составили соответственно 2,64, 1,69 и – 1,81%.

Кроме этого по сравнению с клевером, сидеральные смеси имели более высокое содержание общего фосфора.

Что касается общего калия, то его относительное содержание было выше в скашиваемой массе, чем в корнях и пожнивных остатках и в этом смысле яровая смесь выглядит предпочтительнее, чем озимая смесь и клевер.

В конечном счете, как свидетельствуют результаты опытов, яровая сидеральная смесь по сравнению с клевером и озимой сидеральной смесью обеспечила поступление в почву большего количества питательных элементов (рис. 2).

В связи с тем, что пшеница, ячмень и просо относятся к ведущим зерновым культурам, возделываемым в Пензенской области, практический интерес представляют данные по влиянию вида сидерального пара на их среднюю продуктивность (рис. 3).

Анализ представленных данных показывает, что средняя урожайность пшеницы в вариантах с последствием клевера была выше, чем в вариантах с озимой и яровой смесями и составила соответственно 3,89, 3,55 и 3,65 т/га.

Данный показатель для ячменя в вариантах с последствием клевера равен 2,74 т/га, что на 0,3 т/га выше, чем в вариантах с последствием озимой смеси и на 0,18 т/га, чем в вариантах с последствием яровой смеси.

Средняя урожайность проса в вариантах с последствием клевера составляла 2,19 т/га, что на 0,03 т/га выше, чем в вариантах с последствием яровой смеси и на 0,15 т/га, чем в вариантах с последствием озимой смеси.

Не менее интересные данные получены в части влияния на урожайность зерновых вида сидерата, способа его заделки и фона минерального питания растений.

Результаты обработки опытных данных свидетельствуют, что доля влияния вида сидератов на урожайность озимой пшеницы, ячменя и проса составила соответственно 16,2, 8,2 и 3,2%. При этом урожайность зерновых была выше на вариантах, где сидераты запахивали или заделывали дискованием (рис. 4).

Доля влияния способов заделки сидератов на урожайность пшеницы составила 9,4%, на урожайность ячменя 17,5%, на урожайность проса –8,2%.

Доля влияния минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы, ячменя и проса составила соответственно 73,5, 65,3 и 88,6%.

В целом по результатам исследований прибавка урожая зерновых на вариантах с полной нормой NPK составила по пшенице 22%, ячменю – 26%, и просу – 48%.

Выводы

В условиях лесостепи Среднего Поволжья в короткоротационном зернопаровом севообороте **сидеральный пар – озимая пшеница – ячмень – просо**, клевер и сидеральные смеси способствуют повышению урожайности зерновых культур. Лучшие результаты получены на вариантах с запашкой сидератов, худшие – на вариантах с заделкой сидератов лущением.

Внесение минеральных удобрений под зерновые повысило их урожайность и обеспечило прибавку урожая пшеницы, ячменя и проса от полной дозы NPK в среднем за период исследований от 22 до 48 %.

Список литературы

1. Шабурова, Г.В. Почвенно-климатические факторы возделывания пивоваренного ячменя / Г.В. Шабурова, И.И. Кривобочек //Пиво и напитки.– 2006.– № 4. с. 27.
2. Зеленин, И. Н. Яровые сидеральные смеси как средство повышения продуктивности озимой пшеницы /И.Н. Зеленин, А.В. Чернышов //Сб. науч. тр. к 100-летию Пензенского НИИСХ, 2009, т. 1.– С. 224–236.
3. Зеленин, И.Н. Влияние элементов агротехники возделывания ячменя нового сорта Лунь на направления его использования / И.Н. Зеленин, Г.В. Шабурова, О.Н. Зеленина //Достижения науки и техники АПК.– 2009.– № 6. с. 23–25.
4. Шабурова Г.В. Возможности совершенствования севооборотов /Г.В. Шабурова, С.П. Ломов // Инновационная техника и технология.– 2015.– № 1 (02) .– С. 41–44.
5. Чернышов, А.В. Озимые бобово-капустные смеси на зелёное удобрение в условиях лесостепи Среднего Поволжья /А.В. Чернышов, И. Н. Зеленин // Сб. науч. тр. к 100-летию Пензенского НИИСХ, 2009.– т. 1.– С. 245–254.
6. Зеленин, И. Н. Содержание питательных веществ в зерне ячменя в зависимости от вида сидератов, способа заделки и норм минеральных удобрений / И. Н. Зеленин, Г.В. Шабурова, О.Н. Зеленина // Нива Поволжья.– 2010.– № 3. с. 19–21.
7. Зеленин, И.Н. Агротехнические факторы формирования урожайности и качества ячменя в условиях Пензенской области / И.Н. Зеленин, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, О.Н. Зеленина //Вестник Алтайского государственного аграрного университета.– 2010.– № 4. с. 5–9.
8. Зеленин, И. Н. Влияние агротехнических приемов на продуктивность озимой пшеницы и качество зерна / И.Н. Зеленин, В.И. Елисеев, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова //Вестник Алтайского государственного аграрного университета.– 2011 (84) .– № 10. с. 5–7.
9. Зеленин, И. Н. Влияние агротехнических факторов на продуктивность культур в короткоротационном зернопаровом севообороте / И.Н. Зеленин, А.А. Курочкин //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.– 2012.– № 3. с. 17–20.
10. Зеленин, И. Н. Подсевная форма сидерации в условиях Лесостепи Среднего Поволжья / И. Н. Зеленин, А. А. Курочкин //Вестник Оренбургского государственного аграрного университета.– 2012.– № 3 (35). с. 21–23.

INFLUENCE GREEN MANURE ON CROP IN GRAIN CROP ROTATION

I. N. Zelenin, G. V. Shaburova

Data on the influence of green manure on the yield of crops cultivated in grain crop rotation in terms of leached forest-steppe of the Middle Volga region. Optimal results identified in the variants with plowing green manure, while the lowest grain yield obtained in the experiments with the incorporation of green manure the stubble. The yield increase of wheat, barley and millet on the full dose of NPK on average during the study period ranged from 22 to 48 %.

Keywords: green manure, crop rotation, grain, wheat, barley, millet, yield.

References

1. Shaburova, G.V. Soil and climatic factors in the cultivation of malting barley / G.V. Shaburova, I.I. Krivobochech //Beer and beverages.– 2006.– No. 4. S. 27.
2. Zelenin, I.N. Spring green manure mix as a means of improving productivity of winter wheat /I. N. Zelenin, A. V. Chernyshov, In Proc. scientific. Tr. the 100 th anniversary of the Penza research Institute of agriculture, 2009.– vol. 1.– P. 224–236.
3. Zelenin, I.N. The influence of the elements of agronomy of barley cultivation of the new variety Harrier on its application / I.N. Zelenin, G. V. Shaburova, O.N. Zelenina //Advances in science and technology of agriculture.– 2009.– No. 6.– p. 23–25.
4. Shaburova, G.V. The Possibility of improving sooooooo /G. V. Shaburova, S.P. Lomov //Innovative machinery and technology.– 2015.– № 1 (02) .– P. 41–44.
5. Chernyshov, A. V. Winter bean-cabbage mixture for green manure in the conditions of forest-steppe of the Middle Volga region /A. V. Chernyshov, I.N. Zelenin, In Proc. scientific. Tr. the 100th anniversary of the Penza research Institute of agriculture, 2009.– T. 1.– P. 245–254.
6. Zelenin, I.N. The nutrient content in barley grain depending on the type of manure, method of sealing and norms of mineral fertilizers / I. N. Zelenin, G. V. Shaburova, O.N. Zelenin //Niva Povolzhya.– 2010.– No. 3. pp. 19–21.
7. Zelenin, I. N. Agronomic factors in the formation of yield and quality of barley in the conditions of the Penza region / I. N. Zelenin, A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, O. N. Zelenin //Bulletin of the Altai state agrarian University.– 2010.– No. 4. p.5–9.
8. Zelenin, I. N. Effect of agricultural methods on productivity of winter wheat and grain quality / I. N. Zelenin, V.I. Eliseev, A.A. Kurochkin, G. V. shaburova //Bulletin of the Altai state agrarian University.– 2011 (84) .– № 10. S. 5–7.
9. Zelenin, I. N. Influence of agrotechnical factors on the productivity of crops in short grain-fallow crop rotation / I. N. Zelenin, A.A. Kurochkin //Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy.– 2012.– No. 3. S. 17–20.
10. Zelenin, I.N. Podsevnyh form of green manuring in the conditions of Forest-steppe of the Middle Volga region / I. N. Zelenin, A.A. Kurochkin //Bulletin of the Orenburg state agrarian University.– 2012.– № 3 (35). p. 21–23.

ПОВЫШЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОСТИ БОТВОУДАЛЯЮЩЕЙ МАШИНЫ ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ КОЖУХА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ КАРТОФЕЛЬНОЙ БОТВЫ

О. Н. Пчелинцева, К. П. Фудин

В работе представлено обоснование удаления ботвы картофеля машинами с ротационными рабочими органами. Проведен анализ машин для удаления ботвы картофеля, выявлены их преимущества и недостатки. Предложено повышение универсальности ботвоудаляющей машины за счет модернизации кожуха ботвоудаляющей машины, с целью использования ее для удаления картофельной ботвы.

Ключевые слова: ботвоудаляющая машина, ботва картофеля, кожух.

Введение

Для нормальной работы уборочных машин при механизированной уборке картофеля применяется предварительное удаление ботвы. Удаление ботвы способствует старению кожуры картофеля, предотвращает ряд неблагоприятных последствий (уменьшает механические повреждения кожуры клубней, уменьшая тем самым проникновение в клубень болезнетворных начал). Предуборочное удаление ботвы выполняется с целью улучшения условий работы уборочных машин и ускорения созревания клубней.

Семенные посадки убирают до развития фитофтороза, обязательно применяя скашивание ботвы.

Установлено, что раннее удаление ботвы на семенном картофеле эффективно прекращает доступ

тлей-переносчиков вирусной инфекции к растениям и способствует снижению их перезаражения [1].

В настоящее время в мировой практике применяются в основном механические ботвоудалители, с различными рабочими органами для удаления ботвы овощных культур и корнеклубнеплодов (рис. 1), которые по принципу действия делятся на пассивные и активные.

Наиболее производительными являются роторные рабочие органы. Они используются в основном в роторных косилках [2, 3]. При этом срезанная ботва укладывается на поле или собирается для последующего использования на корм скоту [4, 5]. В Российской Федерации в основном применяют только косилки со сбором ботвы в прицеп (КИР-1,5) или в бункер (УБД-2 и КИР-1,5Б).

Использование роторных косилок, обладаю-



Рис. 1. Классификация рабочих органов ботвоудаляющих машин для удаления ботвы овощных культур и корнеклубнеплодов

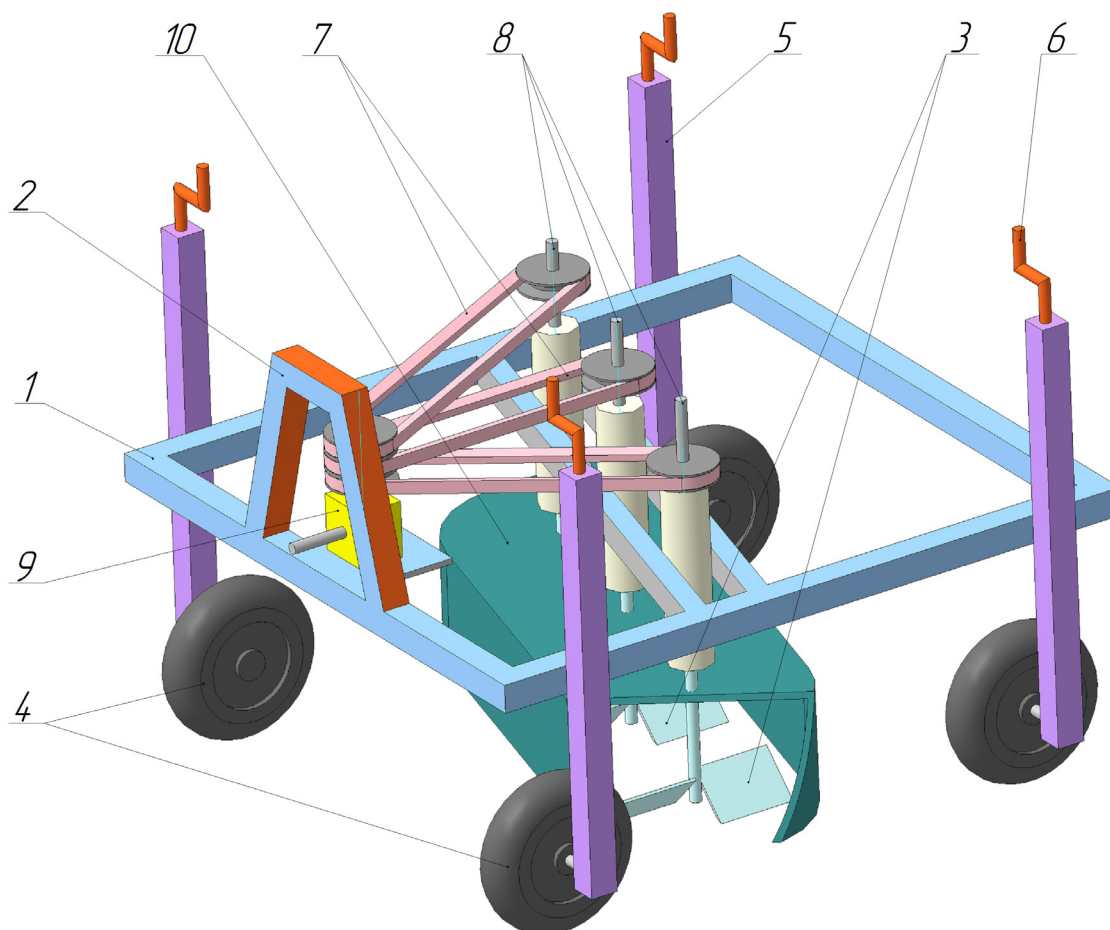


Рис. 2. Ботвоудаляющая машина

щих многими преимуществами (высокие производительность и надежность, универсальность и др.), не решает проблему механизированной обрезки ботвы из-за неудовлетворительного копирования косилками рядов, что сказывается на неравномерности среза ботвы и повреждении продукции. Аналогичными недостатками обладают и многие обрезчики ботвы. Как и другие устройства для механической обрезки ботвы на корню эти обрезчики при существующей неровности поля не обеспечивают качественное отделение ботвы.

Известна ботвоудаляющая машина [6] используемая на посевах лука [7-9] с ротационными рабочими органами, которая может быть применена как универсальная при удалении ботвы картофеля. Так как данная ботвоудаляющая машина была оптимизирована для удаления ботвы лука [10-15] и имеет овальный кожух, который своей передней частью при движении машины будет заминать стоячую ботву картофеля, то срез будет неудовлетворительным.

Для повышения универсальности данной машины нужно лишь модернизировать кожух для возможности применения ее для срезания ботвы картофеля.

Целью данной работы являлась модернизация

кожуха ботвоудаляющей машины для возможности удаления ботвы картофеля.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований был взят обрезчик листьев лука ОЛЛ-1,4, состоящий из рамы 1 с устройством для присоединения к трактору 2 и рабочих органов 3 с вертикальной осью вращения, закрытых сверху кожухом 13, имеющим ботвоотводящее окно. Рама имеет четыре стойки 5 с механизмом механического регулирования высоты скашивания 6, опирающиеся на пневматические колеса 4. Для передачи крутящего момента с помощью ременных передач 7 на три симметрично расположенных вала 8 на раме 1 установлен конический редуктор 9.

Рабочие органы 3 состоят из двух кронштейнов крепления, установленных попарно напротив друг друга на одной горизонтальной оси фланца, на которых закреплены ножи под углом 55° к горизонтальной плоскости по ходу их вращения.

Привод рабочих органов осуществляется от ВОМ энергетического средства посредством механизма привода, редуктора 9 и ременных передач 7. Агрегируется обрезчик с тракторами МТЗ-80/82.

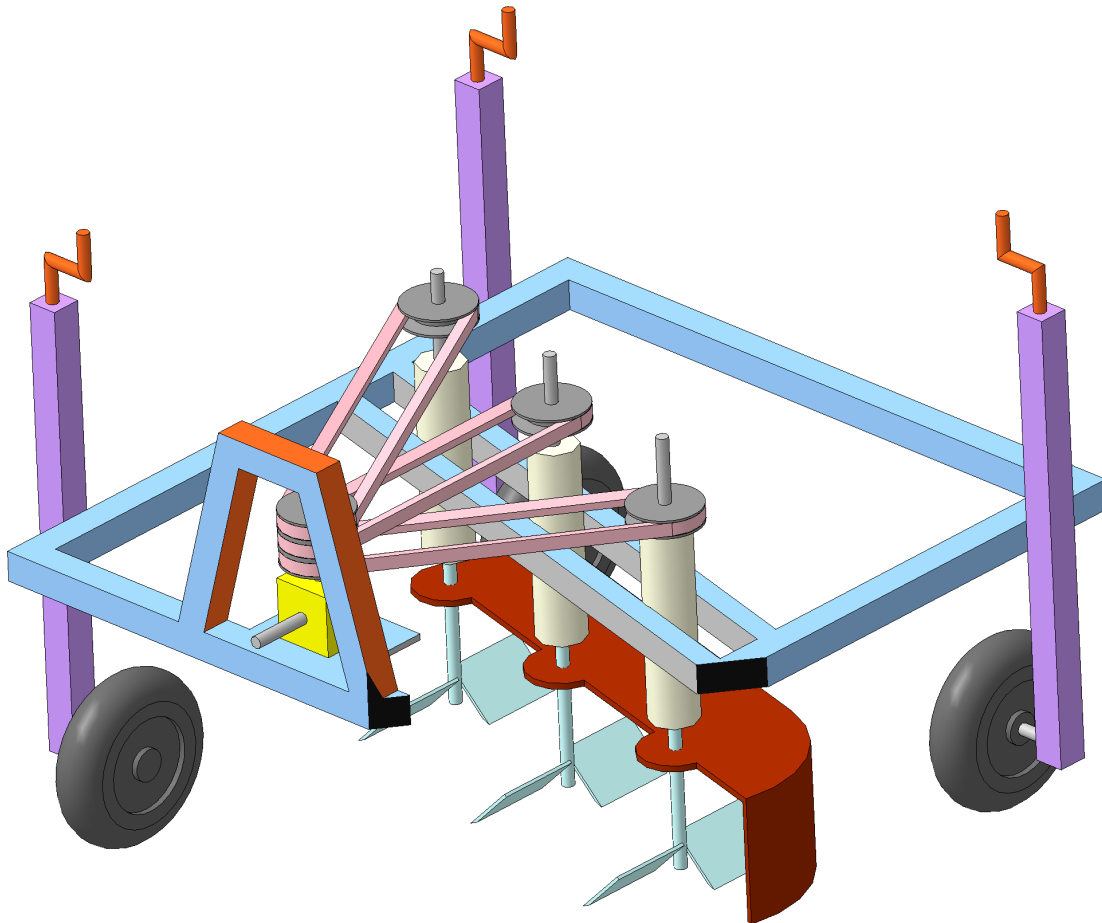


Рис. 3. Модернизация кожуха ботвоудаляющей машины для удаления ботвы картофеля

Результаты и их обсуждение

Для модернизации данной машины с целью удаления ботвы картофеля предлагается изменить кожух. Для предотвращения травмирования ботвы, а вследствие и клубнеплодов нужно изменить кожух так чтобы его передняя стенка не мешала проходу ботвы к ножам. Поэтому следующая конструкция кожуха (рис. 3) позволяет срезать, измельчать ботву картофеля и укладывать ее в междурядье, так как кожух закреплен под углом к продольной оси машины.

Благодаря тому, что три симметрично расположенных вала, находятся в вертикальной плоскости и расположены под углом $50^\circ \dots 60^\circ$ к продольной оси рамы, а средний вал установлен в точке пересечения вертикальной плоскости и оси рамы, происходит перекрытие зон резания рабочих органов, что способствует полному удалению ботвы картофеля по всей ширине грядки.

Модернизированная ботвоудаляющая машина будет работать следующим образом.

При движении машины (рис.3) происходит копирование рельефа поля при помощи четырех пневматических колес, установленных на стойках с механизмом механического регулирования высоты скашивания, которые позволяют регулировать высоту удаления ботвы картофеля.

При вращении рабочих органов машины с определенной частотой вращения, включающих ножи, ботва картофеля срезается и измельчается.

Элементы ножей, находящиеся на различных расстояниях от вала, вращаются с неодинаковыми скоростями. Вследствие этого ножи с постоянной шириной и углом наклона создают центробежную силу. Она приводит к радиальным перемещениям срезанной ботвы картофеля в полости ножей и отвода срезанной массы в междурядье.

Выводы

В результате проведенного анализа машин для удаления ботвы было установлено преимущество машин с ротационными рабочими органами. Была предложена модернизация ботвоудаляющей машины, а конкретно кожуха, с целью использования ее для удаления ботвы картофеля перед уборкой.

Данная модернизация позволит после небольшой доработки кожуха использовать данную ботвоудаляющую машину для удаления ботвы картофеля, что повысит универсальность машины и экономическую эффективность сельскохозяйственного предприятия.

Список литературы

1. Молявко, А. А. Вирусная инфекция при различных сроках удаления ботвы / А. А. Молявко, Ф. Е. Антощенко, В. Н. Свист, Л. И. Старко // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2 (2012). С. 15–19.
2. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович.– Пенза, 2008.– 153 с.
3. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович.– Пенза, 2008.– 18 с.
4. Фролов, Д. И. Повышение питательности экструдированных кормов для животных / Д. И. Фролов, В. А. Никишин // Научные труды Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 98–101.
5. Фролов, Д. И. Применение модернизированной ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология.– 2015.– № 1 (2). С. 45–49.
6. Пат. 2339208 Российская Федерация, МПК А 01 D 23/02. Ботвоудаляющая машина / Н. П. Ларюшин, С. А. Суцёв, Д. И. Фролов, А. М. Ларюшин.– № 2007109990/12; заявл. 19.03.2007; опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33.– 8 с.: ил.
7. Ларюшин, Н. П. Уборка без задержек/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Сельский механизатор.– 2007.– № 7.– С. 48–49.
8. Ларюшин, А. М. Совершенствование технологии уборки лука / А. М. Ларюшин, Н. П. Ларюшин, Д. И. Фролов // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования.– М.: Академия наук о Земле, 2007.– С. 17–18.
9. Фролов, Д. И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука/Д. И. Фролов, С. В. Чекайкин//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 158–161.
10. Ларюшин, Н. П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Тракторы и сельхозмашины.– 2010.– № 2.– С. 15–17.
11. Фролов, Д. И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2013.– № 3.– С. 18–23.
12. Ларюшин, Н. П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Нива Поволжья.– 2008.– № 2.– С. 46–51.
13. Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины/Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 3.– С. 29–33.
14. Фролов Д. И. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука /Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.–2015.–№ 1 (29) .– С. 120–126.
15. Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология.– 2014.– № 4 (1). С. 30–35.

IMPROVED VERSATILITY HAULM REMOVAL MACHINE BY MODERNIZING HOUSING FOR REMOVAL OF POTATO TOPS

O. N. Pchelintseva, K. P. Fudin

The paper presents the rationale removal of potato tops machines with rotary working organs. The analysis machine for removing the tops of potatoes, identified their advantages and disadvantages. Proposed increase versatility haulm removal machine by modernizing housing haulm removal machine in order to use it to remove the potato leaves.

Keywords: haulm removal machine, potato tops, casing.

References

1. Molyavko, A.A. Viral infection at various terms of removal of foliage / AA Molyavko, F. E. antoshchenko, V.N. Whistling, L. I. Starko // Bulletin of the Bryansk state agricultural Academy. 2012. No. 2 (2012). S. 15–19.
2. Frolov, D.I. Development of the cutter of onions and tops of weeds with justification of the design and operating parameters: dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich.– Penza, 2008.– 153 p.
3. Frolov, D. I. The development of the cutter of onions and tops of weeds with justification of the design and operating parameters: author. dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich.– Penza, 2008.– 18 p.
4. Frolov, D. I. improving the nutritional value of the extruded animal feed / D. I. Frolov, V.A. Nikishin // Scientific works Sworld. 2014. T. 7. No. 4. P. 98–101.
5. Frolov, D. I. the Use of the upgraded botopasie machines for the cutting alfalfa/D. I. Frolov//Innovative mashinery and technology.– 2015.– № 1 (2). P. 45–49.
6. Pat. 2339208 Russian Federation, IPC A 01 D 23/02. Batouala machine / N.P. Laryushin, S.A. Sudev, D.I. Frolov, A. M. Laryushin.– No. 2007109990/12; Appl. 19.03.2007; publ. 27.11.2008, bull. No. 33.– 8 p.: ill.
7. Laryushin, N. P. Maid without delay/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Rural mechanic.– 2007.– No. 7.– Pp. 48–49.
8. Laryushin, A. M. improving the technology of harvesting onion /A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of the International Forum on problems of science, technology and education.– M.: Academy of Earth Sciences, 2007.– Pp. 17–18.
9. Frolov, D. I. Substantiation of rational parameters botopasie machine on crops Luke/D. I. Frolov, S. V. Chebykin//XXI century: the past and challenges of present plus. 2014. No. 6 (22). P. 158–161.
10. Laryushin, N. P. the Optimal parameters botopasie working body of the cutter leaf mass/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Tractors and farm machinery.– 2010.– No. 2.– Pp. 15–17.
11. Frolov, D. I. Substantiation of the optimum frequency of rotation of the working body botopasie machine / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2013.– No. 3.– Pp. 18–23.
12. Laryushin, N. P. Justification of constructive and regime parameters of botopasie devices in laboratory studies/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Niva Povolzhya.– 2008.– No. 2.– S. 46–51.
13. Frolov, D. I. modeling of the process of removal of foliage Luke working body botopasie machine/D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova// proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2014.– No. 3.– P. 29–33.
14. D. I. Frolov Determination of the optimal parameters botopasie machine on crops Luke /D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova//Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy.–2015.–№ 1 (29) .– P. 120–126.
15. Frolov, D. I. Analysis of botopasie of the working body with the optimization of the air flow inside the bonnet/D. I. Frolov//Innovative mashinery and technology.– 2014.– № 4 (1). S. 30–35.

УДК 631.352.99

ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ПРИ ВЛИЯНИИ НА НЕГО ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СИЛЫ

Д. И. Фролов, А. А. Курочкин

В работе представлено статическое исследование прочностных показателей рабочих органов ботвоудаляющей машины. Построена компьютерная модель рабочего органа ботвоудаляющей машины при влиянии на него центробежной силы при разных скоростях вращения. Анализ данных моделирования показал влияние центробежной силы на ножи рабочего органа ботвоудаляющей машины, причем максимальные деформации и напряжения возникают преимущественно в области крепления ножей к валу ротора. Выявлено влияние угловой скорости вращения на прочностные характеристики рабочего органа.

Ключевые слова: ботвоудаляющая машина, рабочий орган, статический анализ.

Введение

Качественная работа теребильных машин обеспечивается лишь при надлежащей подготовке поля перед уборкой. Как показали исследования на период уборки засоренность полей достигает 60...70%, высота сорных растений при этом доходит до 50 см. Это объясняется тем, что время между последней обработкой посевов гербицидами и уборкой проходит две-три недели, что способствует росту сорных растений [1, 2].

При уборке машинами теребильного типа, если поле предварительно не было подготовлено, происходит забивание вращающихся элементов теребильного аппарата, что приводит к снижению производительности машины, поломке, и увеличению количества остановок для очистки [3, 4]. Для нормальной работы уборочных машин при механизированной уборке картофеля применяется предварительное удаление ботвы.

Наиболее производительными являются роторные рабочие органы. Простота конструкции и высокое качество среза обуславливают широкое применение таких аппаратов для различных сельскохозяйственных культур. Поэтому при создании ботвоудаляющей машины [5] был использован роторный режущий аппарат. При этом срезанная ботва укладывается на поле или собирается для последующего использования на корм скоту [6–8].

Для получения оптимальных конструктивных и режимных параметров ботвоудаляющего рабочего органа и оптимизации воздушного потока внутри кожуха были проведены исследования, которые нашли отражения в следующих работах [9–14].

Однако для безопорного среза ботвы для большинства сельскохозяйственных культур требуются значительные критические скорости среза, то актуальной задачей является статическое исследование прочностных показателей рабочих органов.

Целью данной работы являлся прочностной анализ компьютерной модели рабочего органа

ботвоудаляющей машины при влиянии на него центробежной силы при разных скоростях вращения.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследования был взят ботвоудаляющий рабочий орган (рис. 1) со следующими геометрическими размерами: ширина ножа – 118 мм; длина ножа – 150 мм; толщина ножа – 4 мм; диаметр ротора 40 мм.

Компьютерная модель ботвоудаляющего рабочего органа была реализована на основе метода конечных элементов. Конечноэлементный анализ широко применяется при решении задач механики деформируемого тела, теплообмена, гидро и газо-

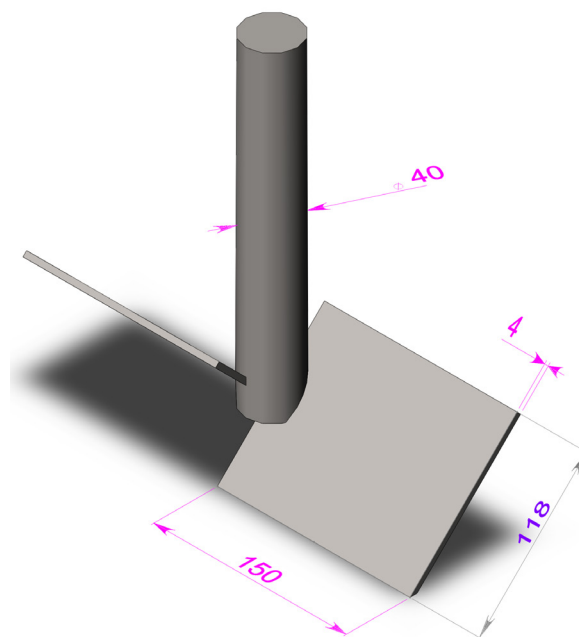


Рис. 1. Общий вид 3D модели ботвоудаляющего рабочего органа и его геометрические размеры

Таблица 1 – Свойства используемой стали

Имя:	Легированная сталь
Тип модели:	Линейный Упругий Изотропный
Предел текучести:	6.20422E+008 Н/м ²
Предел прочности при растяжении:	7.23826E+008 Н/м ²
Модуль упругости:	2.1E +011 Н/м ²
Коэффициент Пуассона:	0,28
Массовая плотность:	7700 кг/м ³
Модуль сдвига:	7.9E +010 Н/м ²
Коэффициент теплового расширения:	1.3E -005 /Kelvin

Таблица 2 – Свойства исследования и параметры конечноэлементной сетки

Тип решающей программы	FFEPlus
Тип сетки	Сетка на твердом теле
Используемое разбиение:	Сетка на основе кривизны
Точки Якобиана	4 Точки
Всего узлов	14372
Всего элементов	7891
Максимальное соотношение сторон	7,945
Процент элементов с соотношением сторон < 3	99,2

динамики, электро и магнитостатики. В качестве САЕ системы применялась SolidWorks Simulation.

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

В качестве материала ротора и ножей была принята легированная сталь с параметрами представленными в таблице 1. Объемные свойства ботвоудаляющего рабочего органа: масса – 3.4554 кг; объем – 0.0004 м³; плотность – 7700 кг/м³.

С помощью решающей программы была построена конечноэлементная сетка с параметрами, представленными в таблице 2.

В качестве креплений для верхнего и нижнего торца ротора был использован ролик-ползун, а для цилиндрической поверхности ротора – зафиксированный шарнир.

Для рассмотрения влияния центробежной силы на прочностные характеристики ножей ботвоудаляющего рабочего органа была применена центробежная нагрузка при угловых скоростях вращения 125, 178, 230 рад/с (1200, 1700, 2200 об/мин).

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного конечноэлементного анализа в Solidworks Simulation были получены результаты действующих на модель ботвоудаляющего рабочего органа напряжений, деформаций и перемещений.

Анализируя напряжения, действующие на модель ботвоудаляющего рабочего органа при ско-

рости вращения 178 рад/с (рис. 2) видно, что минимальное напряжение составляет 954.672 Н/м², а максимальное напряжение 4.13255E+007 Н/м². Допускаемое значение критерия прочности Мизеса (Von Mises равно 6.25E+008 Н/м²) больше его максимального расчетного значения (4.13255E+007 Н/м², см. табл. 3), а значит, условие прочности модели выполняется. Максимальные напряжения локализуются вблизи соединения ножей с валом ротора, это место, наиболее вероятное место поломки ножей.

На рисунке 3 показаны результаты расчетов суммарных статических перемещений URES, действующих на модель ботвоудаляющего рабочего органа при скорости вращения 178 рад/с. Минимальное перемещение составляет 1.73474E-006 мм, максимальное перемещение – 0.186192 мм. Максимальные перемещения сосредоточены на периферии ножей.

Статический анализ деформаций, действующих на модель ботвоудаляющего рабочего органа при скорости вращения 178 рад/с показывает такую же локализацию деформаций как и на эпюре напряжений, что еще раз подтверждает необходимость усиления узла крепления ножей к валу ротора. Минимальная эквивалентная деформация 1.42237E-008, а максимальная равна 0.000115242.

Анализ напряжений, перемещений и эквивалентных деформаций был проведен и для скоростей вращения 125 рад/с (1200 об/мин) и 230 рад/с (2200 об/мин). Результаты полученных анализов приведены в таблице 3.

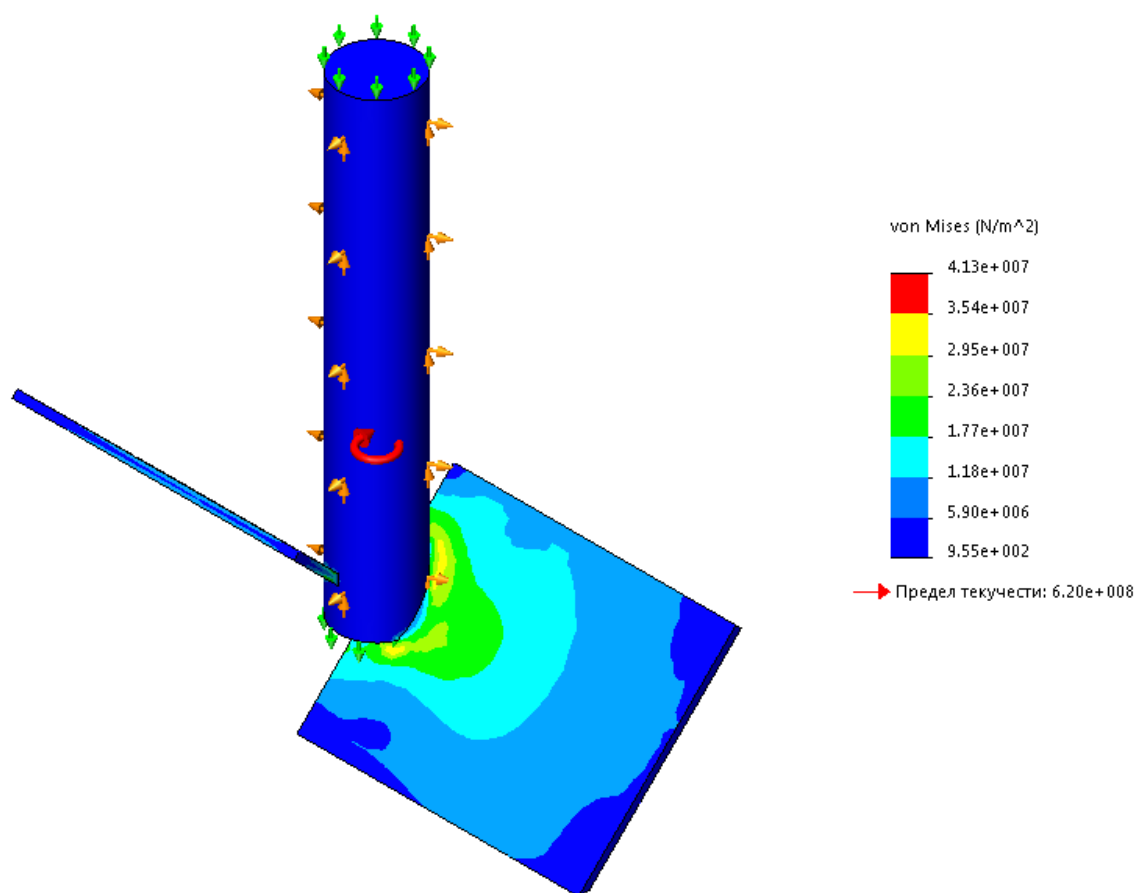


Рис. 2. Статический анализ напряжений, действующих на модель ботвоудаляющего рабочего органа при скорости вращения 178 рад/с (1700 об/мин)

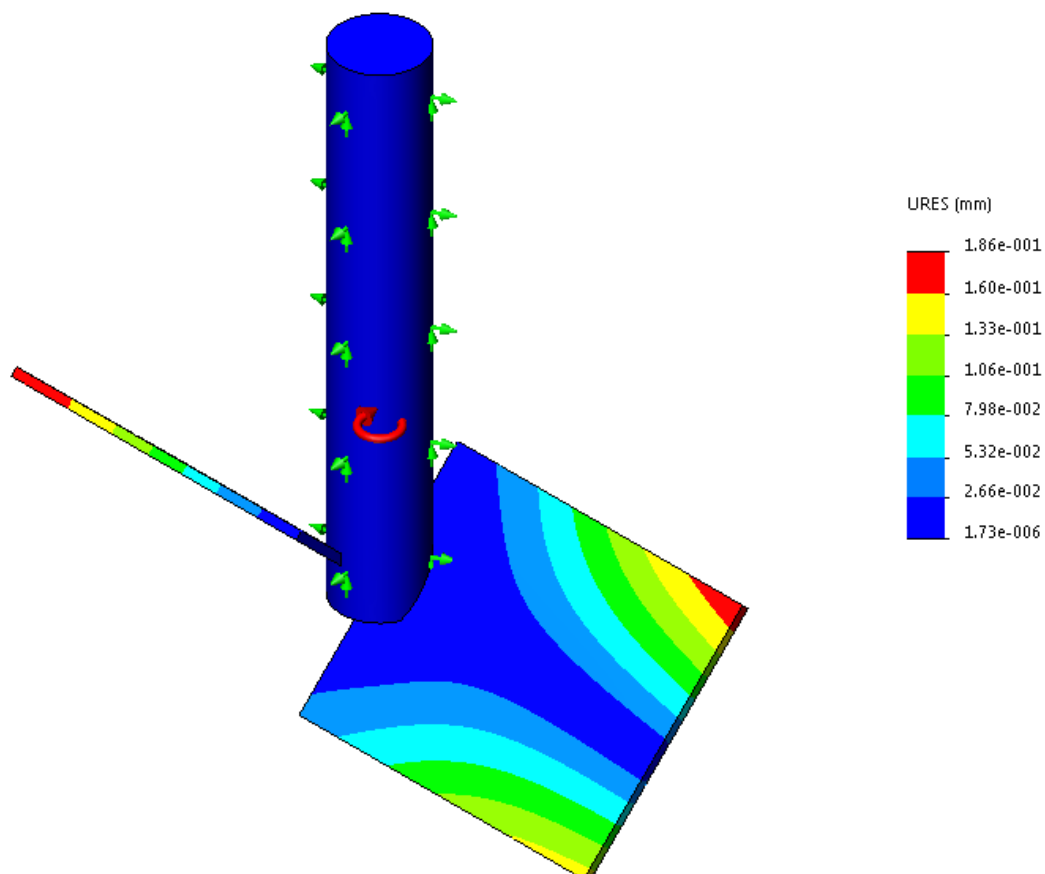


Рис. 3. Статический анализ перемещений, действующих на модель ботвоудаляющего рабочего органа при скорости вращения 178 рад/с (1700 об/мин)

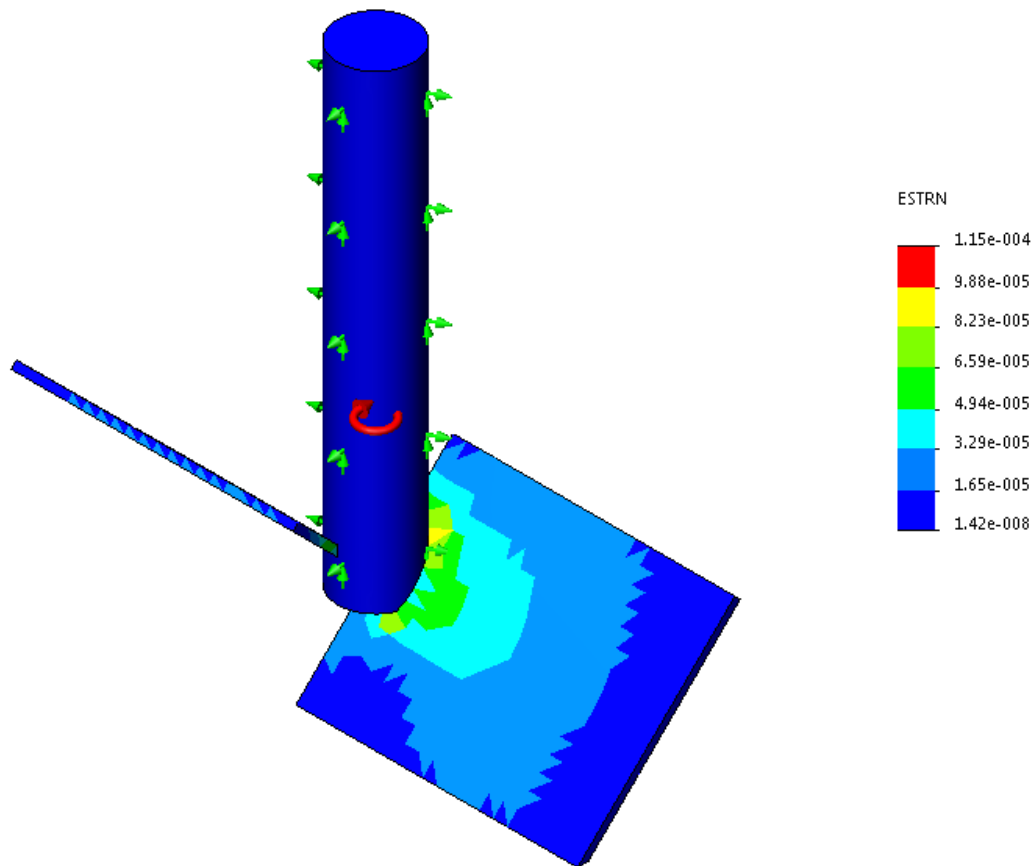


Рис. 4. Статический анализ деформаций, действующих на модель ботвоудаляющего рабочего органа при скорости вращения 178 рад/с (1700 об/мин)

Таблица 3 – Сводные результаты статического исследования

Наименование характеристики	Частота вращений вала, рад/с (об/мин)	Минимальное	Максимальное
VON: Напряжение Мизеса (Von Mises), Н/м ²	125 (1200)	484.52	2.041E+007
	178 (1700)	954.67	4.133E +007
	230 (2200)	1551.11	6.883E+007
URES: Результирующее перемещение, мм	125 (1200)	8.532E-007	0.092115
	178 (1700)	1.735E-006	0.186192
	230 (2200)	2.905E-006	0.309287
ESTRN: Эквивалентная деформация	125 (1200)	6.945E-009	5.687E-005
	178 (1700)	1.422E -008	1.152E-004
	230 (2200)	2.129E-008	1.922E-004

Выводы

Полученные результаты статических исследований модели рабочего органа ботвоудаляющей машины удовлетворяют допустимым значениям по критерию прочности Мизеса (von Mises 6.25E+008 Н/м²) и имеют незначительные результирующие перемещения. Наибольшие значения критерия напряжений Мизеса и суммарных результирующих перемещений URES выявлены при скорости 230 рад/с (2200 об/мин).

Анализ полученных данных показал влияние центробежной силы на ножи рабочего органа

ботвоудаляющей машины, причем максимальные деформации и напряжения возникают преимущественно в области крепления ножей к валу ротора. Выявлено влияние угловой скорости вращения на прочностные характеристики рабочего органа.

Для более равномерного распределения напряжений в детали рабочего органа и увеличения прочностных характеристик в рассматриваемую модель необходимо внести конструктивные решения позволяющие увеличить жесткость крепления ножей к валу ротора.

Список литературы

1. Ларюшин, Н.П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 2. – С. 15–17.
2. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с.
3. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с.
4. Ларюшин, Н.П. Уборка без задержек/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 48–49.
5. Пат. 2339208 Российская Федерация, МПК А 01 D 23/02. Ботвоудаляющая машина / Н.П. Ларюшин, С. А. Сущёв, Д.И. Фролов, А. М. Ларюшин. – № 2007109990/12; заявл. 19.03.2007; опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33. – 8 с.: ил.
6. Фролов, Д.И. Повышение питательности экструдированных кормов для животных / Д.И. Фролов, В. А. Никишин // Научные труды Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 98–101.
7. Фролов, Д.И. Применение модернизированной ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1 (2). С. 45–49.
8. Ларюшин, А.М. Совершенствование технологии уборки лука / А.М. Ларюшин, Н.П. Ларюшин, Д.И. Фролов // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17–18.
9. Фролов, Д.И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука/Д. И. Фролов, С.В. Чекайкин//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С.158–161.
10. Фролов, Д.И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 18–23.
11. Ларюшин, Н.П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Нива Поволжья. – 2008. – № 2. – С. 46–51.
12. Фролов, Д.И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины/Д. И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 3. – С. 29–33.
13. Фролов Д.И. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука /Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1 (29) . – С. 120–126.
14. Фролов, Д.И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4 (1). С. 30–35.

STRENGTH ANALYSIS MODEL OF THE WORKING BODY WHEN THE INFLUENCE OF THE CENTRIFUGAL FORCE

D. I. Frolov, A. A. Kurochkin

The paper presents a static study of strength parameters of the working bodies haulm removal machine. Built a computer model of the working body haulm removal machine when the influence of centrifugal force at different speeds of rotation. Analysis of the simulation data showed the influence of the centrifugal force on the blades of the working body haulm removal machine, and the maximum deformation and stresses occur mainly in the area of attachment of the blades to the shaft of the rotor. The effect of angular speed on the strength characteristics of the working body.

Keywords: haulm removal machine, working body, static analysis.

References

1. Laryushin, N. P. the Optimal parameters botopasie working body of the cutter leaf mass/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Tractors and farm machinery.– 2010.– No. 2.– Pp. 15–17.
2. Frolov, D. I. Development of the cutter of onions and tops of weeds with justification of the design and operating parameters: dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich.– Penza, 2008.– 153 p.
3. Frolov, D. I. The development of the cutter of onions and tops of weeds with justification of the design and operating parameters: author. dis. ... candidate. tech. Sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich.– Penza, 2008.– 18 p.
4. Laryushin, N. P. Maid without delay/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Rural mechanic.– 2007.– No. 7.– Pp. 48–49.
5. Pat. 2339208 Russian Federation, IPC A 01 D 23/02. Batouala machine / N. P. Laryushin, S. A. Sudev, D. I. Frolov, A. M. Laryushin.– No. 2007109990/12; Appl. 19.03.2007; publ. 27.11.2008, bull. No. 33.– 8 p.: ill.
6. Frolov, D. I. Improving the nutritional value of the extruded animal feed / D. I. Frolov, V. A. Nikishin // Scientific works Sworld. 2014. T. 7. No. 4. P. 98–101.
7. Frolov, D. I. the Use of the upgraded botopasie machines for the cutting alfalfa/D. I. Frolov//Innovative mashinery and technology.– 2015.– № 1 (2). P. 45–49.
8. Laryushin, A. M. improving the technology of harvesting onion / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of the International Forum on problems of science, technology and education.– M.: Academy of Earth Sciences, 2007.– Pp. 17–18.
9. Frolov, D. I. Substantiation of rational parameters botopasie machine on crops Luke/D. I. Frolov, S. V. Chebykin//XXI century: the past and challenges of present plus. 2014. No. 6 (22). P. 158–161.
10. Frolov, D. I. Substantiation of the optimum frequency of rotation of the working body botopasie machine / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2013.– No. 3.– Pp. 18–23.
11. Laryushin, N. P. Justification of constructive and regime parameters of botopasie devices in laboratory studies/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Niva Povolzhya.– 2008.– No. 2.– S. 46–51.
12. Frolov, D. I. modeling of the process of removal of foliage Luke working body botopasie machine/D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova// proceedings of the Samara state agricultural Academy.– 2014.– No. 3.– P. 29–33.
13. Frolov, D. I. determination of the optimal parameters botopasie machine on crops Luke /D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova//Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy.–2015.–№ 1 (29) .– P. 120–126.
14. Frolov, D. I. Analysis of botopasie of the working body with the optimization of the air flow inside the bonnet/D. I. Frolov//Innovative mashinery and technology.– 2014.– № 4 (1). S. 30–35.

Трибуна молодого ученого

УДК 664.769

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Н. В. Живаева, А. О. Денисов

В работе представлено обоснование актуального направления в научном обеспечении технологии получения экструдатов из сырья растительного происхождения.

Ключевые слова: экструзионная обработка, пористая структура, экструдат, охлаждение, барометрическое давление, вакуумная сушка.

Введение

Технологический процесс получения экструдатов в общем случае включает в себя три стадии: подготовка сырья, его экструзионная обработка и обработка полученного экструдата. При этом в большей части исследований, посвященных экструзии продукции растительного происхождения, подготовка сырья крайне редко рассматривается в отрыве от основной операции данного процесса, а внимание к заключительной стадии не адекватно ее значимости для получения экструдатов требуемого качества [1, 2, 3, 4].

Известно, что пористая структура экструдатов предопределяет большинство их физических свойств: индекс расширения, набухаемость, водоудерживающую способность, растворимость, жироудерживающую способность [5, 6, 7].

В свою очередь пористость экструдатов в первую очередь определяется количеством содержащегося в обрабатываемом сырье крахмала и воды. Это объясняется тем, что именно интенсивное испарение влаги при выходе обрабатываемого сырья из фильеры матрицы экструдера вызывает ускоренный переход аморфного крахмального геля в стеклообразное состояние. Стенки образовавшихся пор при этом затвердевают, приобретают хрупкость, а готовый продукт приобретает те или свойства. Многочисленные работы доказывают, что эти свойства напрямую зависят от характера изменения (в данном случае снижения) температуры материала, находящегося в аморфном состоянии и стеклования крахмального клейстера [8, 9, 10, 11, 12].

Таким образом, характер охлаждения экструдата после выхода его из фильеры матрицы машины может рассматриваться в качестве одного из основных факторов, влияющих на формирование свойств получаемого продукта.

Целью работы являлось обоснование роли давления воздуха в постематричной зоне экструдера

и его влияния на интенсивность охлаждения экструдата.

Объекты и методы исследований

Сущность получения экструдатов характеризуется следующими положениями. Исходный обрабатываемый материал, находящийся в сыпучем состоянии (цельное или измельченное зерно пшеницы, ржи, ячменя и др.), при естественной или повышенной влажности уплотняется в процессе перемещения по тракту пресс-экструдера, нагревается и переходит в состояние упругой вязко-пластической массы. При выходе из фильеры экструдера продукт взрывообразно расширяется и выводится за пределы машины. В дальнейшем полученный полуфабрикат или готовый продукт подвергается естественной или искусственной сушке с тем, чтобы сформировать нужные свойства и обеспечить условия для их сохранности на период гарантированного срока хранения.

Процесс сушки экструдатов подчиняется классическим положениям теории сушки и состоит из двух основных этапов, обычно называемых первым периодом, или периодом постоянной скорости, и вторым периодом, или периодом падающей скорости сушки [13, 14].

Первый период процесса сушки характеризуется линейным изменением влагосодержания обрабатываемого материала во времени и отражает тот факт, что влага, испаряющаяся с поверхности экструдата, непрерывно заменяется новой, поступающей из его внутренних слоев.

Температура поверхности экструдата в этот период примерно равна температуре его внутренних слоев и остается постоянной, а давление пара жидкости на поверхности оказывается равным давлению насыщения. Таким образом, процесс сушки экструдата в первом периоде эквивалентен испарению жидкости со свободной поверхности и определяется лишь внешними факторами, т.е. темпера-

турой, скоростью движения и влагосодержанием окружающего воздуха.

Упрощенно примем, что испарение влаги с поверхности экструдата аналогично ее испарению со свободной поверхности, подчиняется закону Дальтона и в аналитическом виде может быть представлено в виде уравнения

$$\frac{dm}{d\tau} = K \cdot S \frac{P_0 - P_n}{P_b}, \quad (1)$$

где m – масса испарившейся жидкости;

τ – время;

K – коэффициент, учитывающий гидродинамические условия на поверхности испарения;

S – площадь поверхности испарения экструдата;

P_0 – давление насыщенного пара на поверхности экструдата (при температуре поверхности материала);

P_n – парциальное давление в окружающей среде;

P_b – барометрическое давление в окружающей среде.

Из уравнения (1) следует, что скорость испарения будет возрастать в случае увеличения коэффициента, учитывающего гидродинамические условия на поверхности испарения экструдата, площади его поверхности, разности давлений P_0 и P_n , характеризующей дефицит влажности воздуха, вычисленный по температуре испаряющей поверхности, а также при уменьшении барометрического давления в окружающей среде. При этом влияние барометрического давления в окружающей среде обусловлено тем, что с его ростом затрудняется отрыв молекул воды от испаряющей поверхности.

По мере уменьшения влажности экструдата наступает момент, когда скорость перемещения влаги к его поверхности оказывается недостаточной, чтобы обеспечить прежнюю скорость испарения с поверхности, вследствие чего скорость сушки начинает падать. Влажность, после которой зависимость влагосодержания от времени (кривая сушки) становится нелинейной, отделяет первый период от второго и называется критической влажностью. Критическая влажность, даже для одного материала, величина непостоянная и зависит от режима сушки. Начиная с критической влажности, кривая сушки асимптотически приближается к равновесной, при которой убыль влаги прекращается.

Снижение скорости сушки при неизменных условиях испарения на поверхности материала объясняется перемещением зоны испарения с поверхности вглубь материала. При этом внутри тела влага продолжает перемещаться по капиллярам в виде жидкости до зоны испарения, а потом в виде пара, диффундирующего через сухие слои материала. Таким образом, во втором периоде скорость сушки

определяется скоростью перемещения жидкой и газообразной фаз внутри материала и зависит, главным образом, от условий внутри материала [13, 14].

В качестве важного вывода, следующего из этой части характеристики процесса сушки экструдата, можно считать, что условия перемещения жидкой и газообразной фаз внутри обрабатываемого продукта (условия для реализации второго периода сушки) напрямую зависят от первого периода рассматриваемого процесса, во время которого формируются все значимые параметры капиллярно-пористого слоя экструдата (объемная и поверхностная пористость, эффективный радиус, капилляров проницаемость и др.)

Перемещение влаги внутри экструдата происходит по закону, аналогичному закону теплопроводности, и общий поток влаги в нем может быть выражен равенством

$$\frac{dm}{d\tau} = a_m \cdot \rho_0 \cdot \nabla U - a_m^T \cdot \rho_0 \cdot \nabla T - K_P \cdot \nabla P, \quad (2)$$

где a_m – коэффициент диффузии влаги;

ρ_0 – плотность сухого тела;

∇U – градиент влажности;

a_m^T – коэффициент термодиффузии;

∇T – градиент температуры;

K_P – коэффициент молярного переноса под действием градиента давления;

∇P – градиент давления.

Процесс сушки экструдата продолжается до тех пор, пока влажность материала не достигнет равновесного (при заданных условиях) значения, после чего он прекращается.

В настоящее время отсутствуют надежные экспериментальные данные о численных значениях коэффициентов термо- и теплопроводности многих видов сельскохозяйственного сырья, поэтому численное значение испаряемой влаги в процессе сушки экструдатов (особенно во втором периоде сушки) не может быть с достаточной точностью определено аналитическим путем. Вместе с тем ценность рассмотренных уравнений (1) и (2) заключается в том, что они позволяют качественно оценить влияние различных факторов на перенос влаги в экструдатах и правильно учесть их значимость для интенсификации процессов сушки.

Результаты и их обсуждение

Из анализа приведенных зависимостей следует, что интенсификация процесса сушки экструдатов в общем случае связана с решением следующих вопросов:

1. Увеличение разности давлений насыщенного пара у поверхности испарения и парциального давления пара в окружающей среде ($P_0 - P_n$).

2. Снижение барометрического давления в окружающей среде (P_b).

3. Увеличение площади поверхности испарения (S).

4. Увеличение коэффициента K , учитывающего, в конечном счете, толщину пограничного диффузионного слоя.

Накопленные к настоящему времени теоретические и экспериментальные данные в области сушки различных по свойствам материалов позволяют утверждать, что из перечисленных выше способов интенсификации сушки для экструдатов наиболее приемлемым будет снижение барометрического давления в окружающей среде, т.е. вакуумная сушка.

Следует отметить общепризнанный факт: вакуумная сушка обладает существенным недостатком, который дискредитирует большую часть ее несомненных преимуществ. Данный недостаток обусловлен тем, что известные способы подвода тепла в вакууме являются или весьма дорогостоящими (ТВЧ- и СВЧ-энергия), или отличаются трудоемкостью процесса и неудовлетворительным качеством (контактные методы) [13, 14].

Между тем в последние годы опубликованы результаты исследований, свидетельствующие о том, что если вакуумной сушке подвергать экструдат сразу после его выхода из фильеры матрицы экструдера, то указанный недостаток этого способа сушки не только устраняется, но и превращается в преимущество. Аргументируется это тем, что экструдат при такой сушке не требует нагревания (при выходе из фильеры он, как правило, имеет температуру выше 100°C), а требует интенсивного

охлаждения, что соответствует технологическому процессу получения данного полуфабриката или готового продукта [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

При этом резкое снижение давления при такой сушке приводит к возникновению дополнительной движущей силы – нерелаксируемому градиенту общего давления, в результате чего происходит бурное парообразование по всему объему высушиваемого материала, и формирующийся молярный поток выносит из материала вместе с паром и часть влаги в жидкой фазе. Таким образом, механизм сушки оказывается аналогичным механическому обезвоживанию посредством прессования или центрифугирования.

Регулируя величину барометрического давления, а значит и процесс парообразования, можно добиться и структурного видоизменения высушиваемого капиллярно-пористого тела, и частичного или полного его разрушения. В случае допустимости структурных видоизменений параметры сушки необходимо выбирать именно из таких соображений. При этом структурные изменения сводятся к укрупнению и приданию той или иной геометрической формы порам и капиллярам, присутствующим в объекте [22].

Выводы

Анализ приведенных в работе уравнений, а также результаты выполненных и известных к этому времени работ, свидетельствуют о целесообразности использования принципов вакуумной сушки в технологии получения экструдатов с капиллярно-пористой структурой.

Список литературы

1. Карпов, В. Г. Разработка новых видов крахмалопродуктов экструзионным способом: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.18.05 / Карпов Владимир Георгиевич. М., 2000. – 48 с.
2. Курочкин, А. А. Повышение технологического потенциала несоло-женных зернопродуктов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 1 (32). – С. 90–96.
3. Курочкин, А. А. Теоретические и практические аспекты экструзионной технологии в пивоварении / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков // Нива Поволжья. – 2007. – № 1. – С. 20–24.
4. Курочкин, А. А. Обоснование рациональных параметров шнека пресс-экструдера в зоне загрузки / А. А. Курочкин, В. В. Новиков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10). – С. 123–127.
5. Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 06 (22). – С. 109–114.
6. Шабурова, Г. В. Белковый комплекс экструдированного ячменя / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, В. В. Новиков, В. П. Чистяков // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 12–13.
7. Курочкин, А. А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Пиво и напитки. – 2008. – № 4. – С. 12.
8. Шабурова, Г. В. Экструдированный ячмень как компонент функциональных пищевых продуктов / Г. В. Шабурова, Е. В. Петросова, Т. В. Шленская, А. А. Курочкин // Пищевая промышленность. – 2012. – № 10. – С. 44–45.
9. 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.
10. Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94–99.
 11. Шабурова, Г. В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Известия Самарской ГСХА. – 2014. – № 4. – С. 79–83.
 12. Шабурова, Г. В. Оптимизация состава зернопродуктов при получении пивного суслу с использованием экструдированного ячменя / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 06 (22) . – С. 103–109.
 13. Курдюмов, В. И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа: монография / В. И. Курдюмов, А. А. Павлушин, Г. В. Карпенко, С. А. Сутягин. – Ульяновск: УГСХА им. П. А. Столыпина, 2013. – 290 с.
 14. Павлушин, А. А. Механико-технологическое обоснование и разработка энергосберегающих средств механизации тепловой обработки зерна: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Павлушин Андрей Александрович. Ульяновск, 2015. – 42 с.
 15. Курочкин, А. А. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков, С. В. Денисов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 06 (10) . – С. 46–55.
 16. Курочкин, А. А. Моделирование процесса получения экструдатов на основе нового технологического решения / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Нива Поволжья. – 2014. – № 30. – С. 70–76.
 17. 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.
 18. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 14–20.
 19. Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. – С. 17–21.
 20. Курочкин, А. А. Технология производства кормов на основе термо-вакуумной обработки отходов с/х производства / А. А. Курочкин, Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4 (01). С. 36–40.
 21. Фролов, Д. И. Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1 (02). С. 29–34.
 22. Патент 2239137 Российская Федерация МПК F26B5/02, F26B7/00. Способ сушки капиллярно-пористых материалов / В. Н. Хмелев, А. Н. Заборовский, № 2003102919; заявл. 31.01.2003; опубл. 27.10.2004, Бюл. № 30. – 8 с.

RATIONALE CURRENT TRENDS IN THE IMPROVEMENT OF EXTRUSION TECHNOLOGIES

N. V. Zhivaeva, A. O. Denisov

The work presents a study of current trends in scientific support of technology for production of extrudates from raw materials of vegetable origin.

Keywords: extrusion processing, porous structure, extrudate, cooling, barometric pressure, vacuum drying.

References

1. Karpov, V. G. Development of new types of starch products by extrusion: author. dis. ... doctor. tech. Sciences: 05.18.05 / Vladimir G. Karpov. M., 2000. – 48 p
2. Kurochkin, A. A. Improving the technological capacity of nasolo-jenih grain products / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina // Technique and technology of food production. – 2014. – № 1 (32) . – S. 90–96.

3. Kurochkin, A.A. Theoretical and practical aspects of extrusion technology in brewing / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.V. Novikov // *Niva Povolzhya*. – 2007. – No. 1. – S. 20–24.
4. Kurochkin, A.A. Substantiation of rational parameters of the screw press-extruder in the loading zone / A.A. Kurochkin, V.V. Novikov // *XXI century: the past and challenges of the present plus*. – 2013. – № 06 (10). – P. 123–127.
5. Kurochkin, A. A. production of extrudates starchy grain material with a predetermined porosity / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // *XXI century: the past and challenges of the present plus*. – 2014. – № 06 (22). – P. 109–114.
6. Shaburova, G.V. Protein complex extruded barley / G.V. Sha-burova, A.A. Kurochkin, V.V. Novikov, V.P. Chistyakov // *Beer and drinks*. – 2007. – No. 3. – Pp. 12–13.
7. Kurochkin, A. A. Amino acid composition of extruded barley / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova // *Beer and drinks*. – 2008. – No. 4. – S. 12.
8. Shaburova, G.V. Extruded barley as a component of functional foods / G.V. Shaburova, O. V. petrosova, T.V. Shlensky, A.A. Kurochkin // *Food industry*. – 2012. – No. 10. – Pp. 44–45.
9. Kurochkin, A.A. Regulation of functional and technological properties of extrudates of vegetable raw materials / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina // *proceedings of the Samara state agricultural Academy*. – 2012. – No. 4. – P. 86–91.
10. Kurochkin, A.A. Regulation of the structure of extrudates starchy grain raw materials / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // *proceedings of the Samara state agricultural Academy*. – 2013. – No. 4. – P. 94–99.
11. Shaburova, G. V. prospects of using extruded buckwheat in brewing and bread baking / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // *proceedings of the Samara state agricultural Academy*. – 2014. – № 4. – P.79–83.
12. Shaburova, G. V. optimization of the grain products upon receipt of wort using extruded barley / G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronin, D.I. Frolov // *XXI century: the past and challenges of the present plus*. – 2014. – № 06 (22). – P. 103–109.
13. Kurdyumov, V.I. Heat treatment of grain in installations contact type: monograph / V.I. Kurdyumov, A.A. Pavlishin, and G.V. Karpenko, S.A. Sutyagin. – Ulyanovsk: UGSKHA them. P.A. Stolypin, 2013. – 290 C.
14. Pavlushin, A.A. Mechanical and technological substantiation and development of energy-saving mechanization heat treatment grain: author. dis. ... doctor. tech. Sciences: 05.20.01 / Pavlishin Andrei. Ulyanovsk, 2015. – 42 p.
15. Kurochkin, A.A. Methodological aspects of theoretical research press extruders for processing starchy vegetable raw materials / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.V. Novikov, S.V. Denisov // *XXI century: the past and challenges of the present plus*. – 2013. – № 06 (10). – P. 46–55.
16. Kurochkin, A.A. Modeling of the process of obtaining extrudates based on new technological solutions / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // *Niva Povolzhya*. – 2014. – No. 30. – P. 70–76.
17. Kurochkin, A. A. extrudates from vegetable raw materials with a high content of lipids / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // *proceedings of the Samara state agricultural Academy*. – 2014. – No. 4. – S. 70–74.
18. Kurochkin, A.A. Theoretical justification for the thermal vacuum EF-reaction in the workflow of the upgraded extruder / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // *proceedings of the Samara state agricultural Academy*. – 2015. – No. 3. – S. 14–20.
19. Kurochkin, A. A. a Systematic approach to the development of thermal vacuum extruder for processing of the extrudate / A.A. Kurochkin // *Innovative mashinery and technology*. – 2014. – No. 4. – S. 17–21.
20. Kurochkin, A. A. the Technology of production of feed based on the thermo-vacuum treatment of waste/ agricultural production/A. A. Kurochkin, D.I. Frolov // *Innovative mashinery and technology*. – 2014. – № 4 (01). P.36–40.
21. Frolov, D.I. Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in the extruder with vacuum camera/ D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, P.K. Voronina // *Innovative mashinery and technology*. – 2015. – № 1 (02). P. 29–34.
22. Patent 2239137 Russian Federation IPC F26B5/02, F26B7/00. Method of drying of capillary-porous materials / V. N. Khmelev, A. N. Zaborowski, No. 2003102919; Appl. 31.01.2003; publ. 27.10.2004, bull. No. 30. – 8 S.

ИНФОРМАЦИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Курочкин, А. А. Функциональный композит на основе экструдированной смеси пшеницы и семян тыквы / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 5–11.

Фролов, Д. И. Оптимизация компонентного состава функциональных продуктов питания, оказывающих благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 12–15.

Воронина, П. К. Экструдат проса как сырье нового поколения для обогащения пива / П. К. Воронина//Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 16–17.

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

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

Воронина Полина Константиновна

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

Voronina Polina Konstantinovna

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

Шабурова Галина Васильевна

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

Shaburova Galina Vasilevna

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

Фролов Дмитрий Иванович

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Фролов, Д. И. К вопросу совершенствования экструзионных технологий / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 18–23.

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

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

Фролов Дмитрий Иванович

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

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

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Зеленин, И. Н. Влияние сидератов на урожайность культур в короткоротационном зернопаровом севообороте / И. Н. Зеленин, Г. В. Шабурова // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 24–28.

Пчелинцева, О. Н. Повышение универсальности ботвоудаляющей машины за счет модернизации кожуха для удаления картофельной ботвы / О. Н. Пчелинцева, К. П. Фудин // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 29–33.

Фролов, Д. И. Прочностной анализ модели рабочего органа при влиянии на него центробежной силы / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 2 (03). С. 34–39.

Шабурова Галина Васильевна

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

Shaburova Galina Vasilevna

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

Пчелинцева Ольга Николаевна

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

Pchelintseva Olga Nikolaevna

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

Фролов Дмитрий Иванович

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

Frolov Dmitriy Ivanovich

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

Курочкин Анатолий Алексеевич

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

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

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

Фудин Константин Павлович

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

Fudin Konstantin Pavlovich

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

Трибуна Молодого Ученого

Живаева, Н.В. Обоснование актуального направления в совершенствовании экструзионных технологий / Н. В. Живаева, А. О. Денисов//Иновационная техника и технология.– 2015.– № 2 (03). С. 40–44.

ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

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

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

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

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

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

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

доктора наук, профессора.

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

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

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

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке,

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

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

учесть пожелания редакции.

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

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

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

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

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

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

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

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

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

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

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

4. Аннотация (не более 800 печатных знаков).

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

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

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

«Объекты и методы исследований»:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

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

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

Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

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

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

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

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

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

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 2 (03) / 2015

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Отпечатано с готового оригинал-макета

в типографии «КОПИ-РИЗО»

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

e-mail: tipograf_porovatg@inbox.ru

Сдано в производство 28.08.2015. Формат 60X84/8

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

Усл. печ. л. 5,46. Уч. изд. л. 5,93. Заказ № 899. Тираж 100 экз.